

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Réf :.....

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de la Technologie
Département de Science de la Nature et de la Vie

Mémoire Préparé En vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Biologie

Spécialité : Biologie Appliqué et Environnement

Option : Gestion et Fonctionnement des Ecosystèmes Aquatiques et Forestiers

Thème

*Evaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées
dans la station d'épuration de Sidi Merouane (W-MILA)*

Préparé par : AMIRA Lamia

CHEBBAH Rana

Soutenue devant le jury :

Présidente : Mme. DJEDDI Hamsa

MAA

Centre Universitaire de Mila

Examinatrice : Mlle. KHERIEF N Saliha

MAA

Centre Universitaire de Mila

Promoteur : Mr. BOUNAMOUS Azzedine

MCB

Centre Universitaire de Mila

Année universitaire : 2013/2014

REMERCIEMENTS

On tient tout d'abord à remercier Allah (mon dieu) qui nous a éclairé le bon chemin et qui nous a permis de réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus chaleureux à notre docteur monsieur : Bounamous Azzadine qui à diriger ce travail de près, pour ses conseils et son suivi assisté au cours de ce travail.

Pour finir, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, en particulier les enseignants et les étudiants du département de biologie.

Nous remercions le directeur d'ONA , Mr le directeur du STEP (Riad) et chef laboratoire de la STEP de Sidi Merouan, Mme (Aouadi Fatma), chef de laboratoire de STEP Oued Athmania (sedjel faysal) et toutes les personnes de STEP . Pour ses conseils son aide et sa compréhension.

Et enfin, nous tenons à exprimer notre parfaite considération aux membres de jury pour avoir bien voulu examiner et juger notre travail.

A tout le corps enseignant du département de Biologie pour l'enseignement reçu.

Merci à tous et à toutes

Dédicace

Je dédie ce travail, fruit de recherche et d'étude:

A celle qui a veillé à mon bien être et m'a entouré de tout son amour et son affection, l'être le plus cher au monde et à mon cœur ma mère "Djamila".

A mon père "Ali", que Dieu le protège et le garde pour m'avoir orienté et appris à être un homme respectable et responsable.

A mes chères sœurs

A mes chères frères

A tout ma famille : AMIRA ET SOUYADI

A tous mes collègues de travail Et toute la promotion2014.

Enfin à des personnes qui me sont très chères

Lamia



Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

- Mes chers parents pour leurs*
- Sacrifices à notre bonheur.*
- Mes frères.*
- Mes sœurs.*
- Mes oncles et tantes.*
- Mon fiancé (Yassine), qui m'a vraiment*
encouragée
- Mon Encadreur.*

Ainsi à mes camarads de la promotion 2014.

Que je leur dédis ce mémoire.

Rana

Sommaire

Chapitre I: Synthèse bibliographique

I.1. Généralités sur les eaux usées	3
I.1.1. Définition des eaux usées	3
I.1.2. Origine des eaux usées	3
I.1.2.1. Les eaux usées domestiques	3
I.1.2.2. Les eaux usées industrielles	3
I.1.2.3. Les eaux usées urbains	4
I.1.3. Composition des eaux usées	4
I.1.3.1. Les microorganismes	4
a. Les bactéries	4
b. Les virus	4
c. Les helminthes	5
d. Les protozoaires	5
I.1.3.2. Les micropolluants organiques et non organiques	6
I.1.3.3. Les éléments nutritifs	6
I.1.4. La pollution de l'eau.	6
I.1.4.1. Définition de la pollution de l'eau	6
I.1.4.2. les types de la pollution des eaux	6
a. Pollution physique	6
b. Pollution chimique	7
c. Pollution biologique	7
I.1.5. Les paramètre physico chimique	7
I.1.5.1. La température	7
I.1.5.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)	7
I.1.5.3. La conductivité électrique (CE)	8
I.1.5.4. La turbidité	8
I.1.5.5. L'oxygène dissout	8
I.1.5.6. La demande chimique en oxygène	8

I.1.5.7. La demande biochimique en oxygène	8
I.1.5.8. L'azote...	9
I.1.5.9. Le phosphore	9
I.1.5.10. La matière en suspension	9
I.1.6. Les procédés de traitement des eaux usées	11
I.1.6.1. Les prétraitements	11
I.1.6.1.1. Le dégrillage	11
I.1.6.1.2. Le dessablage	11
I.1.6.1.3. Le dégraissage-déshuilage	11
I.1.6.2. Les traitements des eaux usées	12
I.1.6.2.1. Traitement primaire et traitement physique .chimique	12
a. La décantation primaire	12
b. La filtration	12
c. La coagulation et floculation	13
I.1.6.2.2. Traitement Secondaire ou traitement biologique	13
a. Les boues activés	13
b. L'épuration sur lit bactérien	14
c. Le lagunage	14
I.1.6.2.3. Traitement tertiaire	15
a. Nitrification, dénitrification	15
b. L'élimination du phosphore	15
I.2. Composition et traitement des boues résiduaire	16
I.2.2. L'objectif de traitement des boues	16
I.2.3. Système de traitement des boues	18
I.2.3.1. Stabilisation des boues	18
I.2.3.2. La déshydratation des boues	19

I.2.3.3. Les lits de séchage	19
I.2.3.4. Stockage des boues	20
I.2.4. Différent type des boues	20
I.2.5. Composition des boues résiduaires	21
I.2.5.1. Les éléments utiles	21
I.2.5.2. Les éléments fertilisants	21
I.2.5.3. Les éléments indésirables	21
I.2.5.4. Les éléments traces métalliques(ETM)	21
I.2.5.5. Les composés traces organiques (CTO)	21
I.2.6. la valorisation agricole	22
I.2.6.1. Compostage	22
I.2.6.2. Épandage	22
I.3. Intérêt d'une utilisation agricole des boues	22
I.3.1. Les différentes réglementations dans le monde	23

Chapitre II: présentation de la station d'épuration

II.1. Présentation de la station d'épuration de Sidi Merouane	24
II.2. Caractéristique de la station	25
II. 2.1. Charges de dimensionnement	25
II.2.2.1. Qualité des eaux traitées	25
II.2.2.2. Qualité des sous produits de l'épuration	25
II.3. Description de différents ouvrages et principe de fonctionnement de la station	26
II.3.1. poste de relèvement des eaux brutes	26
II.3.2. dégrillage grossier	26
II.3.3. Dégrillage fin	27
II.3.4. Comptage des effluents	27

II.3.5. Dessablage-déshuilage	27
II.3.6. La désodorisation biologique	28
II.3.7. Le traitement biologique	29
II.3.7.1. La zone d'anoxie amont	29
II.3.7.2. La zone anaérobie	30
II.3.7.3. Le chenal avec zone anoxie et aérée	30
II.3.7.3.1. La zone anoxie dans le chenal	31
II.3.7.3.2. La zone aérée dans le chenal	31
II.3.8. Le Dégazage	32
II.3.9. La clarification et la recirculation des boues	32
II.3.9.1. La recirculation des boues	33
II.3.10. Comptage et production des eaux industrielles	34
II.3.11. Déshydratation des boues	34
II.3.11.1. La table d'égouttage	34
II.3.11.2. Conditionnement au polymère	35
II.3.11.3. Les filtre à bandes	36
II.3.12. Séchage des boues	36
II.3.12.1. Les lits de séchage	36
II.3.12.2. Air de stockage	37
II.3.13. Poste toutes eaux	38

Chapitre III: Matériel et méthodes

III.1. Nature et période du prélèvement	39
III.2. Choix des sites de prélèvement.	39
III.3. Détermination de la qualité physico-chimique de l'eau	40

III.4. Analyse des eaux	40
III.4.1. Mesure du pH des eaux par méthode potentiométrique	40
III.4.2. Conductivité électrique (CE)	41
III.4.3. Mesure de la température	41
III.4.5. Mesure des matières en suspensions	42
III.4.6. Dosage des nitrates (NO_3^-)	42
III.4.7. Dosage des nitrites (NO_2^-)	44
III.4.8. Dosage de l'azote ammoniacal NH_3	44
III.4.9. Dosage de Phosphore total (PT)	44
III.4.10. Dosage des PO_4^{3-}	45
III.4.11. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)	45
III.4.12. La demande biochimique en oxygène (DBO_5)	45
III.5. Analyse des boues d'épuration	46
III.5.1. Détermination de la concentration en MES des boues	46
III.5.2. Détermination de la concentration en MS des boues	46
III.5.3. Détermination du pourcentage en matière volatiles en suspension (% MVS)	46
III.5.4. Détermination de test de décantation (Indice de MOHLMAN)	47

Chapitre IV: Résultats et discussion

IV.1. Résultats et discussion des paramètres physico-chimique	49
IV.1.1. Débit journalier	49
IV.1.2. pH	52
IV.1.3. Température	53
IV.1.4. Cconductivité	54

IV.1.5. Oxygène dissous	55
IV.1.6. Matière en suspension (MES)	57
IV.1.7. Indice de Mohlman (IM)	59
IV.1.8. Matière en suspension et Matière volatile (MES et MVS)	60
IV.1.9. Les paramètres de la	64
IV.1.9.1. Nitrite (NO_2^-)	64
IV.1.9.2. Nitrate (NO_3^-)	64
IV.1.9.3. Ammoniac (N-NH_3^+)	66
IV.1.10. Les paramètres de la pollution phosphorée	67
IV.1.10.1. L'orthophosphate (P-PO_4^{3-})	67
IV.1.10.2. Phosphore total (pt)	67
IV.1.11. Les paramètres de la pollution organique	68
IV.1.11.1. Demande chimique en oxygène (DCO)	68
IV.1.11.2. Demande biochimique en oxygène (DBO_5)	69
IV.1.11.3. Rapport DCO/ DBO_5	71
IV.1.12. Les rendements d'élimination de la pollution dans la station	72
IV.1.12.1. Rendement de Nitrite (NO_2^-)	73
IV.1.12.2. Rendement de l'ortho-phosphate	73
IV.1.12.3. Rendement de DBO_5	74
IV.1.12.4. Rendement de DCO	75
IV.1.12.5. Rendement de MES	75

Conclusion

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Liste des tableaux

Tableau I.1: dose minimal infectieuse moyennes des agents pathogènes présents dans les eaux usées.....	5
Tableau I.2 : Les paramètres utilisés pour caractériser la pollution des eaux.....	8
Tableau II. 1: les normes de rejets de la station.....	27
Tableau III. 1 : Méthodes d'analyse des paramètres physico – chimique.....	42
Tableau IV. 1 : L'évolution du débit.....	52
Tableau IV.2: Les résultats des analyses physiques à l'entrée et la sortie du STEP.....	54
Tableau IV. 3 : Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée.....	57
Tableau IV. 4: les résultats des analyses physiques dans le bassin biologique (chenal)...	61
Tableau IV. 05: Les résultats de la concentration des MES et MVS dans le file 1, file2 et la ligne de recirculation.....	63
Tableau IV. 6: Les résultats des analyses chimiques à l'entrée et la sortie du STEP.....	66
Tableau IV. 7 : les résultats DCO/DBO ₅ à l'entrée et la sortie des eaux.....	74
Tableau IV. 8 : Rendement épuratoires des principaux paramètres physico-chimique.....	75

Liste des figures

Figure I.1: L'alimentation de bassin d'aération par l'oxygène	14
Figure I. 2: Schéma du traitement biologique aérobie à boue activée.....	15
Figure I.3: Epuration des eaux usées et formation des boues.....	18
Figure II.1: Localisation de la STEP de Sidi.....	25
Figure II.2: Dégrilleur grossier (1 : automatique, 2: manuel).....	28
Figure II.3: Dégrilleur fin (1 : automatique, 2 : manuel).....	28
Figure II.4: Déssableur /Déshuiller.....	29
Figure II.5: La désodorisation biologique.....	30
FigureII.6 : La zone anaérobie.....	32
Figure II.7: La zone anoxie dans le chenal	32
Figure II.8 : La zone aérée dans le chenal.....	33
Figure II.9: Le dégazeur.....	34
Figure II.10: Le clarificateur.....	34
Figure II.11: La recirculation des Boues	35
Figure II.12: La table d'égouttage	36
Figure II.13: Logement de Préparation du polymère.....	37
Figure II.14: Le Filtre à Bande	37
Figure II.15: Les lits de séchage	38
Figure II.16: Aire de stockage des boues sèches.....	39
Figure III.1: Sites de prélèvements.....	40
Figure IV.1 : L'évolution du débit des eaux brutes.....	52
Figure IV. 2: Présentation de pH des eaux brutes et épurées	54
Figure IV.3 : Présentation de température des eaux brutes et épurées.....	55
Figure IV.4 : Présentation de la conductivité des eaux brutes et épurées.....	56
Figure IV.5 : Présentation de l'oxygène dissous.....	58
Figure IV.6 : Présentation de MES des eaux brute et épurée.....	59
Figure IV.9: Variation de l'indice de boue.....	61

Figure IV.10 : L'évolution de MS et MVS et % en MVS/MES dans le File N°1.....	63
Figure IV.11 : L'évolution de MS et MVS et % en MVS/MES dans le File N°2.....	63
Figure IV.12 : L'évolution de MES et MVS et % en MVS/MES dans la ligne de recirculation.....	64
Figure IV.13 : Présentation de NO_2^- des eaux brute et épurées.....	65
Figure IV.14 : Présentation de NO_3^- des eaux brute et épurée.....	66
Figure IV.15 : Différentes étapes d'élimination de l'azote.....	67
Figure IV.16 : Présentation de NH_3^+ des eaux brute et épurées.....	68
Figure IV.17 : Présentation de PO_4^{3-} des eaux brute et épurées.....	69
Figure IV.18 :Les concentrations des Phosphore Total dans l'eau brute et épurées...	70
Figure IV.19 : La demande chimique en oxygène (DCO) dans l'eau brute et épurées	70
Figure IV.20 : La demande biochimique en oxygène (DBO5) dans l'eau brute et épurée..	70
Figure IV.21 : L'évolution de la DCO/DBO5 des eaux brutes et eaux épurée	71
Figure IV.22 : Rendement d'élimination du nitrite.....	73
Figure IV.23 : Rendement d'élimination de l'ortho-phosphate.....	73
Figure IV.24 : Rendement d'élimination de la DBO_5	74
Figure IV.25 : Rendement d'élimination de la DCO.....	75
Figure IV.26 : Rendement d'élimination de la MES.....	75

Liste des abréviations

C°: Degré Celsius

CE: Conductivité électrique

DBO5 : Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

MES: Matières en Suspensions.

MO: Matière organique.

M1: La masse du filtre avant filtration en mg.

M2 : La masse du filtre après filtration en mg.

N: Azotes.

NH₃:Ammoniac.

NO₂-: Nitrite.

NO₃-: Nitrate.

O₂: Oxygène dissous

OMS: Organisation Mondiale de la Santé.

ONAS: Office national de l'assainissement

ONEMA :Office national de l'eau et des milieux aquatique.

P: Phosphore.

PH : Potentiel hydrogène

ppm: partie par million

PT: Phosphore total.

STEP: Station d'épuration

T:Température

TP: Temps de pluie

TS : Temps sec

V30 : volume du bassin d'aération: volume occupée 1 litre pendant 30 minutes de décantation

Introduction

Introduction

L'eau, élément à la source de la vie, est depuis toujours une richesse inestimable et sa gestion de manière durable est devenue aujourd'hui indispensable et le sera demain plus encore. Lorsque l'on s'intéresse à l'eau douce, il convient de considérer les notions complémentaires de quantité et de qualité.

L'accroissements démographiques, économiques et urbains sont à l'origine de différentes sources de pollution environnementale (pollution atmosphérique, pollution des eaux de surfaces et profondes, pollution du sol...). Les eaux usées des diverses activités urbaines ne peuvent être rejetées telles quelles dans l'environnement, car elles contiennent diverses sources de polluants organiques et minéraux.

Parmi ces sources de pollution la production d'eaux usées souvent rejetées dans le milieu récepteur (mer, rivières, sols) sans traitement préalable génère de nombreuses maladies hydriques et une propagation des épidémies.

En Algérie, leur volume annuel est estimé à 600 millions de m³, dont quelque 550 millions de m³ correspond aux agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants.

En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 %, seules 20 % des eaux usées collectées en Algérie sont traitées.

De nos jours, les eaux domestiques usées doivent être épurées avant d'être renvoyées vers les rivières ou la mer, où elles réintègrent le cycle de l'eau.

Les stations d'épuration ont pour rôle d'éliminer la pollution contenue dans les effluents domestiques avant leur rejet dans le milieu naturel. Si l'eau, en fin de traitement, est effectivement épurée, la pollution initiale se retrouve en partie stockée et concentrée dans les boues issues des diverses étapes de traitement de l'eau. Ces boues sont donc considérées comme un déchet, qu'il faut éliminer tout en respectant certaines contraintes.

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession faisant appel à des traitements physiques, physico- chimique et biologique. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée.

La gestion, la valorisation et l'élimination de ces boues constituent en général, une sérieuse problématique pour le gestionnaire du secteur de l'assainissement liquide et des stations d'épuration. Ces opérations sont complexes et coûteuses pour la collectivité.

Le présent travail œuvre pour le but d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux usées dans la station d'épuration de Sidi Merouane. Notre démarche s'articule sur 4 chapitres :

Le premier chapitre: Présent un aperçu général sur les eaux usées à travers une synthèse bibliographique.

Le deuxième chapitre: sera réservé à la description de la STEP.

Le troisième chapitre: présentation de la méthodologie avec toutes les techniques utilisées dans ce travail pour la détermination de la qualité physico-chimique.

Le quatrième chapitre: représente la partie expérimentale qui résume tous les résultats obtenus à l'issue de notre étude ainsi que leur rendement et leur interprétations .

Ses quatre chapitres sont suivis d'une conclusion générale qui clôture ce mémoire.

chapitre I
synthèse bibliographique

I.1. Généralités sur les eaux usées

I.1.1. Définition des eaux usées

Ramade, 2000 définit Les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Les eaux usées sont des eaux initialement potables ou à usage domestique ou industrielle, Souillées par les activités domestiques et/ou industrielles humaines.

I.1.2. Origine des eaux usées

Les eaux usées proviennent de quatre sources principales :

- 1- Les eaux usées domestiques
- 2- Les eaux usées industrielles
- 3- Les eaux de pluie et de ruissellement dans les villes
- 4- Le ruissellement dans les zones agricoles (**Eckenfelder, 1982**).

1.1.2.1. Les eaux usées domestiques

Elles comprennent les eaux ménagères (eaux de toilettes, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales) dans le système dit « tout à l'égout ». Les eaux usées domestiques contiennent des matières minérales et des matières organiques (**Daffri, 2008**).

1.1.2.2. Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales: blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales, etc. La variété des eaux usées industrielles est très grande.

Certains de ces eaux sont toxiques pour la flore et la faune aquatiques, ou pour l'homme. Il faut bien distinguer les eaux résiduaires et les liquides résiduaires de certaines industries (**Madoui et Sahraoui, 2011**).

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre (**Houha et Halessi, 2013**).

Selon (EUROMED, 2009), les eaux usées industrielles présentent un problème particulier dans la majorité des pays. En effet, elles sont souvent toxiques, et déchargées à l'état brut, dans le milieu naturel.

I.1.2.3. Les eaux usées urbaine

Les eaux usées urbaines peuvent être considérées comme une combinaison d'une partie ou de l'ensemble des effluents domestiques, avec les effluents provenant d'établissement commerciaux et industrielles en plus des eaux pluviales qui ne s'infiltrent pas dans le sol et divers autres types d'écoulements urbaines (Drechsel et al, 2011).

I.1.3. Composition des eaux usées

I.1.3.1. Les microorganismes

On distingue dans le monde vivant: Les être vivant à cellules parfaites ou eucaryotes ou protistes supérieures, ils comprennent tous les autres organismes unicellulaires (protozoaires, champignons, certaines bactéries) (Guy et Coordonnateur, 1982).

a. Les bactéries

Elles sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. La quantité moyenne des bactéries dans les fèces est d'environ 10^{12} bactéries/ g.

Les eaux usées contiennent en moyenne 10^7 à 10^8 bactéries / g. La concentration en bactéries pathogènes est de l'ordre de 10^4 par litre. Le nombre de germes peut être multiplié par mille dans les eaux des rivières après un rejet urbain.

Les bactéries pathogénies *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia Coli*, *Yersinia*, *Vibrio* et *Legionell* (Bamont, 2004).

b. Les virus

Les virus sont des parasites intracellulaires de très petite taille (10 à 350 nm) qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. Leur concentration dans les eaux usées urbaines est comprise entre 10^3 et 10^4 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel (Boutin et al, 2009).

c. Les helminthes

Les helminthes sont des parasites intestinaux, fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Dans les eaux usées urbaines. Beaucoup de ces helminthes ont des

cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire. Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires. En effet, la persistance de ces organismes à différentes conditions environnementales ainsi que leur résistance à la désinfection permet leur reproduction, ce qui constitue leur risque potentiel. L'analyse des risques sanitaires liés aux agents pathogènes susceptibles d'être transportés par les eaux usées est le fondement des recommandations proposées par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1989 (Belaid, 2009).

d. Les protozoaires

Les protozoaires ce sont des organismes unicellulaires est fréquemment visible l'œil nu. Ils sont très abondants dans les eaux contenant des débris végétaux (Beaumont, 1998). Les protozoaires mobiles et de taille pouvant aller de 1 à 500 μm ils se nourrissent essentiellement de bactéries et de molécules organiques dissoutes. Le rôle principal de ces protozoaires est avant tout la clarification de l'effluent par prédation des bactéries libres. Les protozoaires sont de très bons indicateurs du fonctionnement des stations d'épuration. En effet cette microfaune est très sensible aux modifications environnementales: substrats, oxygène dissous, toxique (Pandolfi, 2006).

Tableau I.1: dose minimal infectieuse moyennes des agents pathogènes présents dans les eaux usées (ONEMA, 2009).

Micro organisme	Dose minimal infectieuse (unité)
Bactéries	$10^2 - 10^6$
Virus	10^2
Protozoaires	10^1
Helminthes	10^1

I.1.3.2. Les micropolluants organiques et non organiques :

Selon (Dekhil, 2012), les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et

notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces Polluants dans les organismes.

I.1.3.3. Les éléments nutritifs

Ce sont les éléments nécessaires pour le développement des micro-organismes qui effectuent l'épuration biologique (biodégradation des polluants), ces éléments sont le carbone, l'azote, le phosphore et dans une moindre mesure le soufre, ces micro-organismes se nourrissent des composés organiques et minéraux dissous dans l'eau usée (**Ouali, 2001**).

I.1.4. La pollution de l'eau

I.1.4.1. Définition de la pollution de l'eau

Une pollution peut se définir comme une dégradation ou une perturbation du milieu, qui résulte en général de l'apport de matières ou de substances exogènes, ces effets peuvent être modificateurs ou destructeurs vis-à-vis du fonctionnement du milieu, selon la nature ou la quantité de polluant (**Genin et al 2003**).

Selon (**Claude et Robert, 2001**), on appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants la consommant.

Donc la pollution, c'est la présence d'une ou plusieurs substances modifiant la composition ou l'état d'une eau.

I.1.4.2. Les types de pollution des eaux

I.1.5.2.1. Pollution physique

C'est une pollution des eaux due à la décharge des déchets et aux particules en suspension (MES) apportées par les eaux de ruissellement et les eaux d'égoutte, elle provient aussi des opérations de dragage, de l'érosion du sablage des routes, d'exploitation des carrières, les polluants solides rejetés dans le milieu aquatique peuvent être répartis en trois catégories: les boues, les solides flottants et les ordures ménagées (**Lacroix, 2008**).

I.1.5.2.2. Pollution chimique

La pollution chimique résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. Elle est due à l'entrée d'un élément (ou plusieurs) indésirable dans la

composition chimique de l'eau initialement destinée à un usage bien précis (**Mekhalif, 2009**).

Des cas de pollution sont signalés quotidiennement dans le monde alors que la grande partie surtout dans les pays en voie de développement est passée sous silence à cause du manque de diagnostic réel de la cause (**Charchar, 2000**).

I.1.5.2.3. Pollution biologique

Dans leur immense majorité, les substances polluantes, qu'elles soient gazeuses liquides ou solides, sont susceptibles de contaminer l'hydrosphère. L'étendue de la contamination est pro parte liée à leur degré de solubilité cependant, l'expérience révèle que des substances aussi peu solubles dans l'eau que les hydrocarbures liquides ou les insecticides organochlorés peuvent s'insérer dans les biocénoses limniques ou marins et causer de multiples désordres (**Ramad, 2005**).

La pollution microbiologie des eaux résiduaires urbaines sont très chargées en germes intestinaux, dont beaucoup sont des pathogène.

Les germes pathogènes et les indicateurs fécaux sont transférés à ce dernier, ou ils se diluent. Sur le plan bactériologique les espèces bactériens polluant entraînent des perturbations environnementales et des risques sanitaires important aux niveaux d'écosystème aquatique (**Lezzar et Fekraoui, 2011**).

I.1.5. Les paramètres physico chimiques

I.1.5.1. La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification est optimale pour des températures varient de 32 et 28°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C elle est s'arrête pour des températures inférieures à 5°C (**Rodier, 2005**).

I.1.5.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensible aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est compris entre 6 et 9. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autre éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur

mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien (**Metehri, 2012**).

I.1.5.3. La conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété qui possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (**Rejsek, 2002**).

I.1.5.4. La turbidité

La turbidité d'une eau est l'inverse de sa transparence. Elle donne une idée de la teneur en suspension. La turbidité des eaux de surface, spécialement des celles prélevées dans les cours d'eau, peut subir des variations très brutales et de très grande amplitude (**German et al, 1976**).

I.1.5.5. L'oxygène dissous

L'oxygène toujours présent dans l'eau, n'est pas un élément constitutif. Sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.

Le taux de l'oxygène dissous constitue le paramètre le plus sensible à l'apporte de pollution organique dans un cours d'eau (**Rodier, 1984**).

I.1.5.6. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène qui correspond à la quantité d'oxygène (en milligramme) qui a été consommée par voie chimique pour oxyder l'ensemble de matières oxydables présentes dans l'eau. La DCO est particulièrement indiquée pour mesurer la pollution d'un effluent industriel (**Rodier, 2005**).

I.1.5.7. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Demande biochimique en oxygène est, par définition, la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes vivants présents dans le milieu pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée. Par convention la DBO est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation, DBO₅. L'essai normalisé prévoit un ensemencement microbien à l'aide d'eau usée domestique, d'une eau de

rivière ou d'un effluent de station, et une incubation à 20°C, à l'abri de la lumière **(Martin, 1982)**.

I.1.5.8. L'azote

L'azote est essentiellement apporté au milieu aquatique par l'intermédiaire des pratiques agricoles, l'azote est présente dans l'eau sous forme de gaz (N₂) de sels minéraux (NO₃⁻, NO₂⁻ et NH₄⁺) et de divers composés organiques **(Smuel, 1976)**.

Selon **Ghachi A, (1986)** notons que l'azote est assimilé directement par les végétaux sous forme d'ion nitrates (NO₃⁻) et d'ammonium (NH₄⁺).

I.1.5.9. Le phosphore

Selon **(Mazzuoli, 2012)** Le phosphore total correspond aux orthophosphates ou « phosphore » réactif, sels dérivés de l'acide phosphorique (H₃PO₄), aux polyphosphates (phosphates condensés) désigné par « phosphore hydrolysable », aux phosphates organiques (phosphates associés à des molécules organiques). Toutes ces formes de phosphore se retrouvent sous forme dissoute ou particulaire (phosphates associés à des particules en suspension dans l'eau ou à des sédiments).

I.1.5.10. Les matières en suspensions

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques insolubles, flottantes ou en suspension, contenus dans les eaux usées **(Tamrabet, 2011)**.

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures **(Djeddi, 2007)**.

Tableau I.2 : Les paramètres utilisés pour caractériser la pollution des eaux *in* (Khoubbach et Laoare, 2006).

Paramètre	Unité	Signification
MES	Mg/l	Matière en suspension : c'est la pollution non dissous, la plus facile à éliminer.
DBO ₅	mgO ₂ /l	Demande biochimique en oxygène en 5 jours : c'est la quantité d'oxygène consommée en 5 jours par des microorganismes, la valeur obtenue représente environ 80% de la pollution biodégradable totale.
DCO	MgO ₂ /l	Demande chimique en oxygène. elle représente la quantité d'oxygène qu'il faut fournir par des réactifs chimiques puissants pour oxyder les matières contenues dans l'effluent.
M.A	Mg/l	Matières azotées : elles quantifient la teneur en azote présent dans les eaux usées sous diverses formes (organique, ammoniacal, nitrate, nitrite).
M.p	Mg/l	Matière phosphorées : elle représente la quantité de phosphore total contenue dans les effluents.
EqH	90g/j de MES 57g/j de M.O 15g/j de M.A 4g/j de M.A	Equivalent habitant : unité conventionnelle de mesure de la pollution moyenne rejetée par habitant et par jour. La même notion et la même définition caractériser la pollution industrielle.
Débit	M ³ /heure M ³ /jour	L'utilisation de l'eau par les abonnés n'est pas régulière au cours de la journée. Les équipements devront être prévus pour faire face aux pointes de débit résultant de ce fait. Le débit de point peut dépasser 3 fois le débit horaire moyen journalier.

I.1.6. Les procédés de traitement des eaux usées

Ils permettent d'éliminer les matières les plus grossières, susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures.

Ils font appel :

- à des procédés mécaniques, comme des grilles ou tamis, pour éliminer des grosses particules transportées par les eaux ;
- à des procédés physiques, comme des phénomènes de décantation pour éliminer les sables, ou de flottation pour éliminer les graisses(matières grassesuses)(**Rejsek, 2002**).

I.1.6.1. Les prétraitements

Ils comprennent classiquement les dégrilleurs, les dessableurs et les déshuileurs. L'étape de prétraitement vise à éliminer les fractions les plus grossières contenues dans les effluents résiduaires (**Altmeyer et al, 1990**)

I.1.6.1.1. Le dégrillage

Il consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. Après nettoyage des grilles par des moyens mécaniques, manuels ou automatiques, les déchets sont évacués avec les ordures ménagères. Le tamisage, qui utilise des grilles de plus faible espacement, peut parfois compléter cette phase du prétraitement (**Melloul et Badri, 2013**).

I.1.6.1.2. Le dessablage

Après le dégrillage, il reste encore dans l'eau des fragments solides qui peuvent décanter facilement, mais dont la dureté et la taille relativement importante, supérieure à 0.2mm de diamètre, pourrait conduire à l'abrasion de certains éléments de la station et particulièrement les pompes, on élimine ces matériaux dans de petits bassins rectangulaire ou circulaire, une partie du sable est recyclé après lavage. Les dessaleurs sont curés périodiquement et les matières solides sont généralement mélangées aux boues. (**Karoune, 2008**).

I.1.6.1.3. Le dégraissage-déshuilage

Les eaux usées urbaines contiennent souvent des matières flottantes qui passent à travers les grilles (huiles, hydrocarbures, débris de graisse, etc.), les huiles et hydrocarbures forment une couche mince en surface et gênent ainsi le processus

d'aération dans le cas des boues activées, il est donc nécessaire de piéger ces substances au niveau du prétraitement par un dispositif d'écumage (**Belahmadi, 2011**).

Les résidus de déshuilage ne doivent être mélangés aux boues que s'il est prévu une incinération. Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation des huiles et graisses, produits de densité légèrement inférieure à celle de l'eau, de l'effluent brut (**Deshayes, 2008**).

I.1.6.2. Les traitements des eaux usées

I.1.6.2.1. Traitement primaire et traitement physique chimique

Le traitement primaire fait appel à des procédés physiques naturels, filtration et décantation plus ou moins aboutis, éventuellement assortie de procédés physico-chimiques, telle que la coagulation-floculation (**Metahri, 2012**).

Le principe du traitement physico-chimique des eaux usées issues du traitement primaire est d'agglomérer les matières organiques particulaires ou colloïdales par l'addition de réactifs coagulants et floculants (sels de fer ou d'aluminium, chaux...). Ainsi les « floes » (amas de particules) peuvent être séparés par décantation ou par flottation (**Roy de Lachaise, 2004**).

a. La décantation primaire

Le traitement primaire consiste en la décantation des matières en suspension (MES) dans un bassin de sédimentation. En éliminant une fraction de ces solides en suspension, il permet d'alléger les traitements biologiques ultérieurs (**Vandermeersch, 2006**).

Les matières décantables ainsi obtenues par séparation de l'effluent les boues dites « primaires », qui sont récupérées et orientées vers le traitement des boues (**Boucherit, 2009**).

b. La filtration

Comme pour la décantation, on peut effectuer la filtration sur les eaux brutes prétraitées puis sur les eaux traitées par voie biologique ou chimique, néanmoins la forte teneur en matière colloïdale et mucilage des eaux brutes rend difficile leur filtration sauf pour des filtres dont les mailles sont assez larges, de l'ordre de dixième de millimètres, ce qui est peu intéressant, par contre ce procédé est largement utilisé pour le traitement des boues (**Roula, 2005**).

c. La coagulation et floculation

Suivie d'une décantation et de la filtration est également utilisées pour éliminer les métaux lourds des eaux usées (Kadouche, 2013).

I.1.6.2.2. Traitement secondaire ou traitement biologique

Procédés utilisant des organismes vivants (bactéries) pour dégrader les matières organiques. Les impuretés doivent être biodégradables et ne pas contenir de toxiques. L'épuration biologique reproduit dans des réacteurs spécifiques un phénomène qui se serait déroulé naturellement dans les rivières. A l'issue de ce processus, les bactéries constituent les "boues" qui devront être séparées de l'eau épurée.

Suivant la technologie utilisée, ces cultures bactériennes peuvent être libres (boues activées) ou fixées (lits bactériens et biofiltres) (Normandie, 2005).

Les micro-organismes sont cultivés sur des supports fixes (biofiltres) ou mobiles (lits fluidisés). Les polluants intimement liés à l'eau sont captés et utilisés par les milliards de micro-organismes qui peuvent ensuite être facilement séparés de l'eau traitée (VE, 2011).

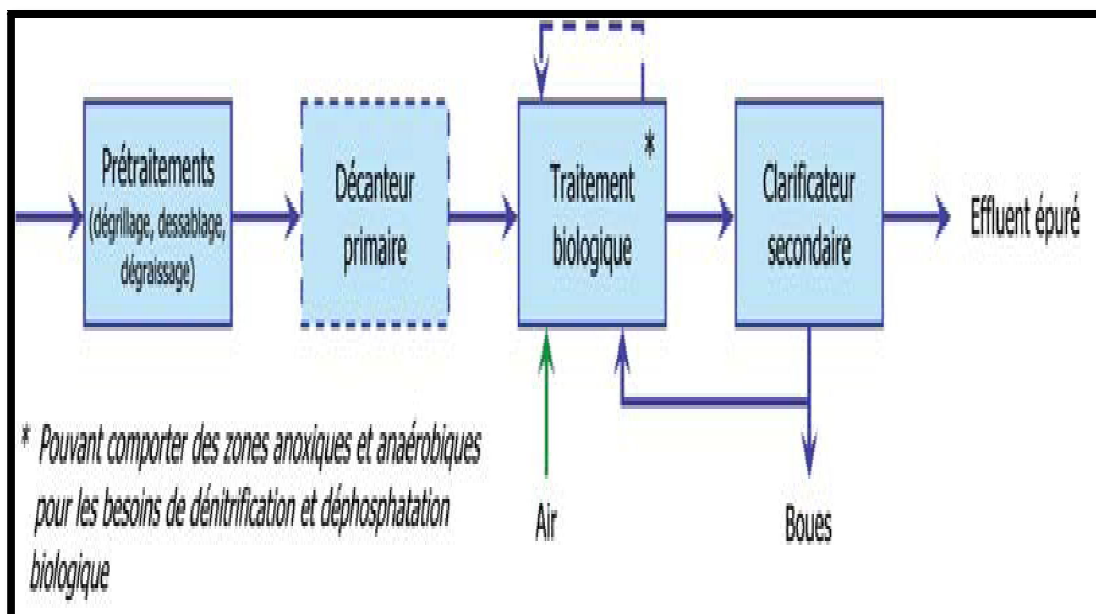


Figure I.1: L'alimentation de bassin d'aération par l'oxygène *in* (Bouchrit, 2009).

a. Les Boues activées

Il consiste à éliminer les matières organiques biodégradables (solides, colloïdal ou dissoutes) contenues dans les eaux usées par l'action de microorganismes essentiellement

les bactéries, en présence d'oxygène dissous, de plus il peut transformer l'azote organique et ammoniacal en nitrate (nitrification).

Les colonies microbiennes se développent au sein même du liquide à épurer, qui doit être constamment agité et surtout abondamment aéré (ce dispositif présente quant à lui des analogies avec l'autoépuration se déroulant dans les rivières) (Bouni, 1990).

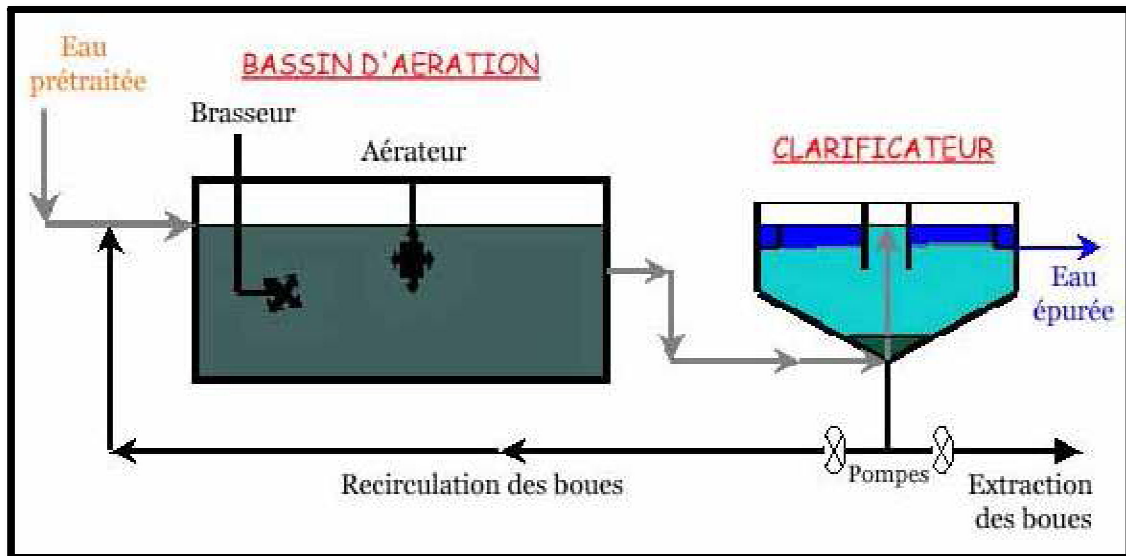


Fig. I.2: schéma du traitement biologique aérobie à boue activée
(Vandermeersch, 2006).

b. L'épuration sur lit bactérien

C'est le plus ancien procédé biologique utilisé. Des bactéries sont cultivées sur un substrat neutre (Belahmedi, 2011). Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement (Mekhalif, 2009).

c. Le lagunage

La technique de l'épuration des eaux usées par lagunage consiste à faire circuler lentement un effluent (prétraité) dans une succession de bassins (appelés lagunes) peu

profonds. Au cours de ce cheminement, la dégradation de la pollution est assurée par des bactéries épuratrices en suspension dans l'eau (**Eddabra, 2011**).

L'oxygène nécessaire à l'activité de ces micro-organismes provient d'une part de l'agitation de la surface de l'eau par le vent, d'autre part et surtout, de la photosynthèse d'algues microscopiques (appelées microphytes) qui, en présence du soleil et de la chaleur, absorbent le gaz carbonique dissous dans l'eau et rejettent de l'oxygène (**Elhaite, 2010**).

1.1.6.2.3. Traitement tertiaires

Appelés aussi les traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour arriver au de ce polluant. Les traitements tertiaires souvent considérés comme facultatif ou complémentaire permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire, de telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie. Les traitements tertiaires visent à améliorer la qualité générale de l'eau (**Metahri, 2012**).

a. Nitrification, dénitrification

En plus des bactéries déjà présentes, dégradant les composés carbonés, d'autres souches bactériennes sont nécessaires pour traiter les molécules azotées, comme les composés d'ammonium.

Dans un premier temps, des bactéries nitrifiantes transforment, à des températures supérieures à 10 °C et en utilisant de l'oxygène, les composés d'ammonium en nitrate.

Lors d'un procédé en amont, ce nitrate est transformé en azote moléculaire et s'échappe dans l'air ambiant. Comme ce processus ne fonctionne qu'en l'absence d'oxygène (anoxique) et en présence de composés carbonés, 80 % des eaux usées s'écoulant des tours sont acheminées (**Currenta, 2010**).

b. L'élimination du phosphore.

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une

précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues (Attab, 2011). La déphosphoration biologique consiste à entretenir des bactéries déphosphorantes, comme *Acinetobacter*, en alternant des phases de croissance en aérobie et en anaérobie.

➤ En conditions aérobies, elles forment des réserves exceptionnelles de polyphosphates (une sorte de graisse bactérienne).

➤ En conditions anaérobies, elles obtiennent de l'énergie en hydrolysant leurs réserves de polyphosphates tout en étant capables de se satisfaire des traces d'oxygène résiduel (Chellé, 2005).

I.2. Composition et traitement des boues résiduaires

I.2.1. Définition et origine des boues

Les boues sont des résidus de traitement provenant de stations d'épuration des eaux ménagères ou des eaux d'égouts communaux. Aussi résidu de curage de fosse septique. Plus généralement, tous résidu de traitement d'eau.

Le terme « boues de station d'épuration des eaux usées » est le terme générique pour les différentes matières issues des processus d'épuration des eaux dans les stations d'épuration. Ces boues proviennent du traitement d'eaux ménagères, urbaines et industrielles rejetées dans les égouts publics.

Dans les stations, divers autres déchets sont à prendre en compte : déchets flottant entraînés par les eaux, sable, et (Aitayane et Soufia, 2009).

I.2.2. L'objectif de traitement des boues

Les boues résiduaires en excès sont, au moment de leur extraction du système d'épuration des eaux, un produit :

- peu concentré donc occupant un grand volume.
- Fermentescible du fait de la forte teneur en matière organique.

Ces deux caractéristiques sont gênantes quelle que soit la destination des boues et imposent la mise en place d'une filière de traitement (Karoune, 2008).

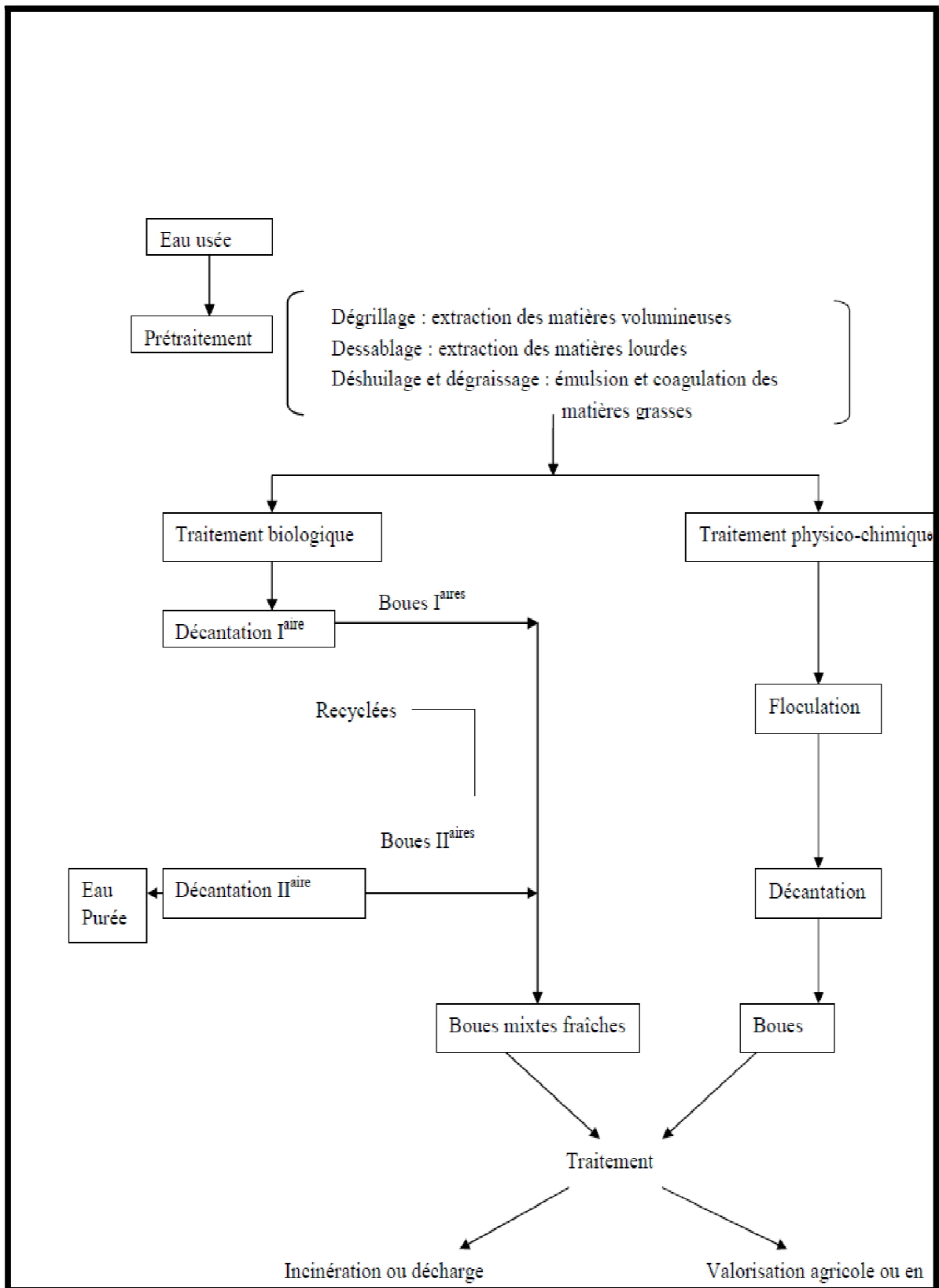


Figure I.3 : Epuration des eaux usées et formation des boues (Anred, 1982).

I.2.3. Système de traitement des boues

I.2.3.1. Stabilisation des boues

La stabilisation des boues permet de diminuer leurs propriétés fermentescibles de trois façons possibles:

- La stabilisation biologique réduit la teneur en matière fermentescible. Elle se fait soit par voie aérobie dans les bassins d'aération ou dans les bassins de stabilisation aérobie, soit par voies anaérobies dans des digesteurs avec production d'un biogaz riche en méthane (INRS, 2013).

- La stabilisation chimique par ajout d'une quantité importante de chaux, bloque uniquement l'activité biologique et donc l'évolution des boues, réduisant ainsi les nuisances olfactives.

- Le séchage thermique des boues peut se pratiquer sur des boues déjà déshydratées mécaniquement (Antoine, 2005).

a. Épaississement des boues

L'épaississement est généralement la première étape du traitement des boues. Il sert principalement à réduire le volume des boues brutes et constitue une étape préalable aux traitements suivants. Le taux de siccité obtenu peut atteindre jusqu'à 10% de matière sèche. Quelle que soit la technique utilisée, l'eau récupérée doit être recyclée en tête de station (AMORCE, 2012).

Selon Alain (2013) L'épaississement permet de réduire le volume des boues de façon conséquent, par l'utilisation de procédés simples et rapide. Cet épaississement peut se faire par décantation statique, séparation dynamique (grille et table d'égouttage...) ou flottations (boues remontées par de fines bulles d'air et récupérées par raclage).

b. Digestion

La méthanisation ou digestion anaérobie est un procédé naturel de transformation de la matière organique en hydrocarbure par des bactéries en l'absence d'oxygène. Conduite dans des enceintes confinées – appelées digesteurs – à l'intérieur desquelles les réactions de fermentation sont optimisées et contrôlées, elle produit du biogaz composé majoritairement de méthane, tout en réduisant de moitié le taux de matières organiques de nombreux déchets ou sous-produits biodégradables. Le résidu de la digestion est stable, désodorisé, débarrassé en majeure partie des germes pathogènes (Aitayane et Soufia, 2009).

I.2.3.2. La déshydratation des boues

La déshydratation constitue la seconde étape de réduction du volume des boues au cours de laquelle on réalise sur les boues épaissies, stabilisées ou non (**koller, 2004**).

Cette technique a pour but l'élimination de la majeure partie de l'eau contenue dans les boues. Il existe trois grands types de déshydratation mécanique :

La centrifugation qui permet l'épaississement et la déshydratation (siccité jusqu'à 30%).

La filtration sur filtre à bandes ou filtre presse produit des boues d'une siccité légèrement moindre (jusqu'à 20%) mais nécessite moins d'investissement que pour la centrifugation. Finalement, la dessiccation complète peut permettre de faciliter l'utilisation en agriculture des boues d'épuration (**Buffet, 2010**).

I.2.3.3. Les lits de séchage

Est une opération unitaire du traitement des boues consistant à évaporer l'eau dans les boues traitées (**Amorce, 2012**).

Ce procédé est très largement utilisé dans les stations d'épuration de petite capacité, pour des raisons d'hygiène et afin de ne pas créer des odeurs désagréables, on utilise les lits de séchage pour des boues très minéralisées issues d'une station d'épuration total ou d'un dispositif de digestion des boues (**Roula, 2005**).

Il existe trois types de séchage :

- Le séchage direct par convection, en contact direct avec un gaz chaud, l'eau interstitielle s'évapore permettant une déshydratation poussée des boues.
- Le séchage indirect par induction : en contact avec une paroi chauffée, l'eau s'évapore permettant un séchage partiel des boues.
- Le séchage par rayonnement s'effectue par exposition des boues à des rayonnements comme celui du soleil (**Buffet, 2010**).

I.2.3.4. Stockage des boues

Les boues sèches ou déshydratées (encore humides) sont stockées en benne ou au sol et dans des bâtiments ouverts ou fermés.

Les locaux de stockage des boues sèches, font partie des locaux présentant les plus fortes concentrations de bioaérosols contenant des bactéries, des moisissures et des endotoxines (Alain, 2013).

I.2.4. Différent type des boues

Les stations d'épuration produisent des boues liquides, pâteuse ou solides en fonction de leur siccité (pourcentage de matière sèche qu'elles contiennent) et il apparaît que :

- ❖ **Les boues liquides:** proviennent des petites stations des zones rurales et périurbaines,
- ❖ **Les boues pâteuses :** proviennent des moyennes stations ;
- ❖ **Les boues chaulées:** de consistance pâteuse ou solide proviennent des stations de moyenne ou grande taille;
- ❖ **Les boues compostées:** proviennent des stations de moyenne taille;
- ❖ **Les boues séchées:** sont peu fréquentes en France (Raissi, 2011).

I.2.5. Composition des boues résiduaires

Une station d'épuration assure le traitement des eaux usées collectées, l'épuration des eaux usées s'effectue en différentes étapes selon des techniques basées sur des lois de la physique, de la chimie et de la biologie. Il en résulte une eau épurée que l'on rejette dans le milieu naturel et un résidu principal: les boues, ce résidu est constitué de matière minérale inertes (micro sable, particule de terre) et de matière fermentescibles (Pisson, 2000).

La composition exacte des boues varie en fonction de l'origine des eaux usées, de la période de l'année et du type de traitement et de conditionnement pratiqué dans la station d'épuration. Les boues résiduaires représentent avant tout une matière première composée de différents éléments (Matière organique, éléments fertilisants (N et P ...), d'éléments traces métalliques, d'éléments traces organiques et d'agents pathogènes) (Amire, 2005).

I.2.5.1. Les éléments utiles

La valorisation des boues en agriculture est intéressante, tant par les quantités de matière organique qu'elles contiennent que par la présence en quantité appréciable d'éléments fertilisants.

I.2.5.2. Les éléments fertilisants

- particules minérales (argiles, carbonates, silicates, phosphates...)
- débris organiques grossiers (fibres textiles, résidus végétaux, matières plastiques)
- Biomasse morte (résidus de cellules bactériennes, résidus d'algues...)
- polymères organiques issus de l'activité de la biomasse (polysaccharides, protéines)
- constituants minéraux et organiques solubles (**Raissi, 2011**).

I.2.5.3. Les éléments indésirables

Parmi ceux-ci on distingue les éléments traces métalliques (ETM), les composés traces organiques (CTO).

I.2.5.4. Les éléments traces métalliques (ETM)

On appelle élément traces métallique (ETM), les métaux et métalloïde des que l'on retrouve soit à l'état de traces dans les organismes biologiques (concentration inférieure à 100 mg / Kg de matière sèche). Certains de ces oligo-éléments sont indispensables à faibles concentrations aux végétaux (cuivre, nickel, zinc) et aux animaux (chrome, cuivre, nickel, sélénium et zinc) et ne deviennent toxiques qu'au de la certaine concentration (**Pisson, 2000**).

I.2.5.5. Les composés traces organiques (CTO)

Ce sont des produits chimiques (hydrocarbures et leurs dérivés, produits de dégradation, solvants ...) qui résultent essentiellement de l'automobile et engins motorisés, des activités industrielles dans une moindre mesure du fait des réglementations de plus en plus suivies, mais également de pratiques domestiques irrespectueuses des règles.

Ces produits sont plus ou moins dégradés par l'activité microbiologique du sol et à concentration élevée, ils peuvent devenir toxiques pour les micro-organismes essentiels à la fertilité des sols (**Karoune, 2008**).

I.2.6. la valorisation agricole

I.2.6.1. Compostage

Le compostage est un processus de décomposition et de transformation « contrôlées » de déchets organiques sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie. Des communautés différentes de micro-organismes se succèdent lors du compostage, elles sont constituées majoritairement de Bactéries, d'Actinomycètes, de Champignons, de Protozoaires ou d'Algues. Elles sont déjà présentes dans tous les substrats destinés à être compostés (**Amire, 2005**).

Le compostage peut être appliqué sur des boues organiques ou sur des mélanges de boue avec d'autres déchets solides. Au cours de cette opération, il se produit une conversion des matières organiques en matières humiques utilisables comme fertilisants dans l'agriculture (**Ouali, 2001**).

I.2.6.2. Épandage

L'épandage est un procédé d'épuration par le sol qui permet un traitement direct des effluents susceptibles d'être dégradés biologiquement avec assimilation des charges organiques et minérales, destruction des germes pathogènes et valorisation agronomique des charges organiques et minérales par une pratique culturale.

Le rejet à traiter par épandage doit donc être dégradable ou assimilable par voie biologique et non toxique pour le sol et les végétaux ou animaux qui le peuplent. Le sol doit être normalement exploité ou régulièrement travaillé pour maintenir la flore et la faune à leur degré d'activité maximal (**Moletta et Torigos, 1999**).

I.3. Intérêt d'une utilisation agricole des boues

Trois raisons principales justifient l'utilisation des boues en agriculture :

- Apport de fertilisants qui permettent de couvrir, en partie ou totalement en fonction des doses d'apport les besoins des cultures en N et P et éventuellement en Mg, Ca et S, ou bien de corriger rapidement des carences en Zn, Mg, ...
- Apport de composés organiques qui contribuent au maintien du stock humique des sols et à l'activation de la vie biologique des sols.
- Un mode d'élimination relativement économique et qui est généralement bien accepté par les populations, car cette filière relève d'une logique de recyclage (**Bouallegue, 2010**).

I.3.1. Les différentes réglementations dans le monde

En principe, les normes ou réglementations sont faites pour servir de points d'arrêt aux incertitudes et aux interrogations des acteurs. Or, comme nous allons le voir, la réglementation semble incapable de jouer le rôle de convertisseur permettant d'« oublier » l'origine de la boue et de saisir ce bien simplement à partir d'un petit nombre de composants dûment contrôlés aux effets (positifs ou négatifs) bien identifiés. D'une part, la réglementation est inévitablement en retard par rapport à toutes les substances potentiellement nocives susceptibles d'être présentes dans les boues. D'autre part, elle affronte la concentration d'autres normes privées ou publiques qui en savent la (**Rémi et Sylvie, 2000**).

Chapitre II
présentation de la station
d'épuration

II.1. Présentation de la station d'épuration de Sidi Merouane

La station d'épuration d'eaux usées de Sidi Merouane est située au nord de la ville de Sidi Merouane sur la rive de lac du Beni Haroune. La station est implantée sur le territoire de la commune de Sidi Merouane sur 16 hectares environ, sa mise en service était le 20/08/2009.

La station est conçue pour traiter les eaux usées venues de la ville de Mila, Grarem Gouga, Sidi Merouane, Sibari 1, Sibari 2, et Ras-Elbir. Les effluents traités sont destinés à être rejetés dans la cuvette du barrage de Beni Haroune.

La station fait partie des installations de protection de ce barrage de la wilaya de Mila.



Figure II.1: localisation de la STEP de Sidi Merouane(Gogle earth)

II.2. Caractéristiques de la station

II.2.1. Charges de dimensionnement

Les débits et les charges de pollution qui ont été considérées dans le calcul du dimensionnement de la station sont les suivant pour la première tranche de travaux.

II.2.2. Performance exigées

II.2.2.1. Qualité des eaux traitées

Le tableau II.1 présente les concentrations maximales et les abattements minima à atteindre en sortie de la station d'épuration et à obtenir sur l'ensemble des filières

Tableau II.1: Les normes de rejets de la station.

Paramètres	Concentrations maximales journalières admissibles
DBO ₅	30 mg/l
DCO	90mg/l
MEST	30mg/l
Azote global(NGL)	10mg/l
Phosphore total(PT)	/

Ces concentrations maximales admissibles sont les résultats d'analyse sur un échantillon moyen de 24 heures. Ces rendements minima sont calculés sur la base de la différence entre le flux mesurés en entrée et en sortie de station.

Le pH de l'effluent traité est compris entre 5.5 et 8.5.

Les eaux traitées rejetées ne contiennent pas de substances de nature à favoriser la manifestation d'odeurs.

II.2.2.2. Qualité des sous produits de l'épuration

Les boues obtenues présenteront une siccité minimale de 40% et seront stables.

Les refus de dégrillage seront déshydrates au moyen d'un compacteur et présenteront une siccité minimale de 30%.

Les sables (90% des particules supérieures à 150 μ m et 100% des particules supérieures à 200 μ m) sont extraits des dessableurs- déshuileurs. Ils seront lavés et déshydratés de façon à présenter les caractéristiques suivantes :

- ❖ Siccité minimale de 30%
- ❖ concentration maximales des matières organiques (matières volatiles) dans les matières sèches de 30%.

Les graisses sont concentrées de façon maximale.

II.3.Description de différents ouvrages et principe de fonctionnement de la station

II.3.1. poste de relèvement des eaux brutes

Le débit de pointe à relever sur ce poste est de 1891m³ /h en première phase, soit 92%du débit total de temps de pluie.

Les pompes du poste de relèvement, dont une est installée en secours, sont toutes équipées de variateurs de fréquence. Ceci assure un fonctionnement régulier et sans coups hydrauliques.

II.3.2. Dégrillage grossier

La présence d'un dégrilleur grossier permet de débarrasser les effluents des déchets de taille supérieure à 40 mm dans le but de protéger les pompes de relevage contre le colmatage Notre installation prévoit la mise en place d'un dégrilleur grossier automatique à l'entrée du poste de relèvement des eaux brutes, le dégrilleur automatique est asservi au fonctionnement des pompes, couplé à une détection de niveau

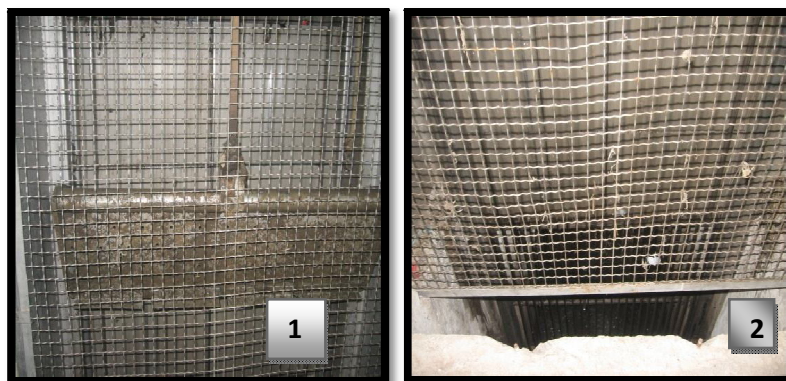


Figure II.2: Dégrilleur grossier (1: automatique, 2: manuel).

II.3.3. Dégrillage fin

Après dégrillage grossier et relevage, les eaux brutes sont mélangées dans un ouvrage de répartition amont.

Elles transitent ensuite par un dégrilleur fin (entrefer 15mm) dessiné à protéger l'ensemble des installations de l'accumulation de filasse et flottants de faibles. Ces dégrilleurs sont installés chacun dans un canal béton. Une Troisième file est équipée d'une grille manuelle pour assurer les secours en cas de panne de l'un des dégrilleurs fins automatiques.



Figure II.3: Dégrilleur fin (1 : automatique, 2 : manuel)

II.3.4. Comptage des effluents

Un comptage des effluents admis dans la station est réalisé en aval du dégrillage dans un canal venturi. Le niveau est mesuré par ultrason.

Un préleveur automatique d'échantillon de réfrigéré permet de contrôler la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie de la station.

Un by-pass de la station est possible en amont du dégrilleur ou sortie du dessablage déshuilage.

II.3.5. Dessablage-déshuilage

Dessablage-déshuilage qui permettent la décantation des résidus les plus denses (sable) et la flottation des déchets plus légers (graisses et déchets fins). Ces ouvrages reçoivent également les matières de vidanges extérieures.

L'élimination du sable évite l'abrasion des équipements suites en aval. Celle des graisses favorise le transfert d'oxygène dans le bassin d'aération.

Les effluents sont traités dans trois ouvrages combinés de forme longitudinale, isolables par batardeaux. Actuellement deux déssableurs sont équipés. Le troisième est prévu pour la phase prochaine.



Figure II.4: Déssableur /Déshuilleur

II.3.6. La désodorisation biologique

II.3.6.1. Principe de fonctionnement

Pour éviter les nuisances à l'extérieur de la station l'air vicié et collecté est orienté vers une unité de désodorisation avant rejets.

Pour garantir un bon rendement d'élimination de polluant, la station de Sidi Merouane applique le procédé ALIZAR basé sur le traitement biologique par voie autotrophe.

D'une façon générale, on peut distinguer deux étapes dans le fonctionnement d'un lit autotrophe ALIZAR est un bioréacteur à circulation d'air garni d'un matériau minéral biodagène. Le flux de l'air à traiter est ascendant. Un plancher perforé soutient le matériau, permettant à l'air de s'infiltrer uniformément et à l'eau d'arrosage de s'écouler.

ALIZAR nécessite peu d'investissement. Très économe en énergie, son coût d'exploitation reste faible (ONA, 2005).



Figure. II.5: la désodorisation biologique

II.3.7. Le traitement biologique

Le traitement biologique effectué est un traitement par boues activées à faible charge travaillant en nitrification-dénitrification, associée à une déphosphatation biologique.

Enfin, pour une fiabilité maximale et une grande souplesse d'exploitation, le traitement biologique (boue activée + clarification) est constitué par deux files parallèles et isolables l'une de l'autre.

Un répartiteur amont permet d'équilibrer la distribution sur chaque file mais aussi d'isoler une file par simple jeu de vanne, ou bien de by-passer le traitement biologique.

Il y a deux bassins biologiques en béton armé d'une capacité de 13000 m³. Chaque bassin biologique est constitué de trois zones :

- ✓ Zone anoxie amont
- ✓ Zone anaérobie
- ✓ Chenal où se succèdent des zones anoxies et aérées

II.3.7.1. La zone d'anoxie amont

Cette cuve spécifique placée en tête de traitement biologique permet la mise en contact de la boue de recirculation avec une forte charge polluante, ce qui permet de jouer

localement sur la composition en substrat du milieu et d'assurer une sélection bactérienne limitant le développement des filamenteuses.

Parallèlement, cette zone non aérée permet d'éliminer les nitrates et de garantir une zone anaérobie stricte dans le second compartiment.

II.3.7.2. La zone anaérobie

Ce processus s'effectue dans le deuxième compartiment de la bêche accolée à chaque chenal.

La déphosphatation biologique se traduit par un transfert de phosphore de la phase liquide (eaux usées) vers la biomasse épuratrice qui s'enrichit progressivement en phosphore.

Après avoir éliminé dans le premier compartiment d'anoxie amont les nitrates contenus dans la recirculation des boues, les cellules épuratrice vont se trouver en milieu strictement anaérobie, c'est-à-dire sans apport d'aucune source d'oxygène (O_2 , NO_2 , NO_3).

L'élimination du phosphore par voie biologique ne se produit qu'en présence de condition d'anaérobiose. C'est-à-dire une absence d'oxygène sous forme libre au combinée mais aussi en présence de carbone facilement assimilable, pour cela l'effluent ne doit pas être aéré et contenir une quantité minimale de nitrate, ceci pour éviter qu'une dénitrification partielle se réalise dans cette zone.



Figure II.6: la zone anaérobie

II.3.7.3. Le chenal avec zone anoxie et aérée

II.3.7.3.1. la zone anoxie dans le chenal

La dénitrification est faite par circulation de liqueur mixte à l'intérieure du chenal a l'aide d'agitateurs lents du type " pale banane". Cette configuration combinée aux alternances de phase aérée et non aérée développe des conditions anoxiques propices à la dénitrification.



Figure II.7: La zone anoxie dans le chenal.

II.3.7.3.2. La zone aérée dans le chenal

En présence d'oxygène, il y a de l'oxydation de la pollution carbonée, nitrification et accumulation de phosphore dans les cellules bactériennes.



Figure II.8: La zone aérée dans le chenal

II.3.8. Le Dégazage

La station est munie d'un dégazeur commun à la file 1 et 2. Cet ouvrage assure le dégazage de l'effluent avant clarification.

L'alimentation en liqueurs mixtes à dégazer est faite gravitairement depuis chaque chenal vers l'ouvrage de dégazage.

Le départ vers chaque clarificateur s'effectue en pied de bêche, les surnageant sont pièges en surface, une goulotte placée sous la surface de dégazage, permet la récupération des flottants lors du passage du racleur circulaire placé en surface de l'ouvrage (ONA, 2005).



Figure II.9: le dégazeur.

II.3.9. La clarification et la recirculation des boues

La clarification des eaux s'effluent dans deux ouvrages indépendants. La liqueur mixte issue du traitement biologique est envoyée gravitairement vers les clarificateurs après dégazage.

Les boues décantent en fond d'ouvrage. De là elles sont aspirées grâce à un ensemble de tubes verticaux qui balayent toute la surface de l'ouvrage à chaque rotation du pont. Un pont-racleur conventionnel conduirait à un temps de séjour plus important surtout pour les boues décantant en périphérie qui devraient alors être ramenées en partie centrale de l'ouvrage avant extraction.

Les effluents traités seront comptabilisés et rejetés dans la cuvette du barrage de Beni Haroune.



Figure II.10: Le clarificateur.

II.3.9.1. La recirculation des boues

Les boues soutirées sont envoyées via le fut central de chaque ouvrage vers le puits à boues et sont recirculées par des pompes vers le bassin biologique afin de réensemencer en permanence en boues. D'autre part les boues en excès sont envoyées vers le poste d'épaississement des boues.



Figure II.11: La recirculation des Boues.

II.3.10. Comptage et production des eaux industrielles

Les eaux traitées sont collectées et acheminées par canalisation vers un canal de comptage de type Venturi.

Un préleveur automatique d'échantillons, en poste fixe et thermostaté, permet de contrôler la qualité des eaux traitées. Un poste de surpression d'eau permet la production d'eau industrielle à partir de l'eau traitée soutirée avant comptage.

II.3.11. Déshydratation des boues

II.3.11.1. La table d'égouttage

Les boues sont extraites depuis les bâches de recirculation par quatre pompes dont deux en secours alimentant tables d'égouttage.

Les boues extraites sont floclées par injection d'un polymère en tête de chaque machine, ce qui permet d'améliorer la formation des floccs.

La séparation gravitaire s'effectue dans la zone d'égouttage où la plupart du liquide présent entre les matières en suspension s'écoule. La table est équipée de peignes (déflecteurs) qui drainent la boue et la repartissent sur la toile.

En situation future (horizon 2030) une troisième table d'égouttage sera placée dans le local d'épaississement à l'emplacement réservé à cet effet.



Figure II.12: La table d'égouttage.

II.3.11.2. Conditionnement au polymère

La station d'épuration de Sidi Merouane est dotée d'une centrale de préparation automatique, à partir de polymère en poudre.

Le polymère utilisé actuellement, sous forme d'acide adipique penta sodium dethylenetriamine penta acétate et portant le nom commercial de CROSEFLOC C-598, est livré en poudre et stocké dans le local de traitement des boues, il est dosé et dilué avec de l'eau potable.

Afin d'assurer une bonne dilution, la préparation automatique est équipée de deux agitateurs pendulaires.

Enfin, une alimentation en eau industrielle permet une dilution supplémentaire en ligne du polymère avant son injection en tête des tables d'égouttage.



Figure II.13: Logement de Préparation du polymère

II.3.11.3. Les filtres à bandes

En ligne avec chaque table d'égouttage est en place un filtre à bandes. Ces filtres consistent en 02 bandes tendues par des rouleaux (en textile perméable) qui leur permettent d'envelopper la boue en une couche homogène pour la déshydrater sous l'action de la pression d'écrasement.



Figure II.14: Le Filtre à Bande.

II.3.12. Séchage des boues

II.3.12.1. Les lits de séchage

Les boues déshydratées sont dirigées vers une benne de reprise par tapis transporteurs pour être épandues sur des lits de séchage. Chaque lit de séchage est constitué :

- ❖ D'un revêtement bétonné en pente.
- ❖ D'une bordure ajoutée de maintien des boues.
- ❖ D'un caniveau de drainage.

Les boues sont amenées et épandues sur lits de séchage par le tracteur équipé de sa benne après remplissage au moyen d'un tapis transporteur installé en aval des filtres à bandes installés dans le local épais si sèment. L'eau excédentaire est évacuée par séchage naturel.

La siccité obtenue en fin de séchage est de 40% en moyenne.

La gestion des lits de séchage fait se succéder pour chaque lit plusieurs fois par an les étapes suivantes :

- ❖ Épandage des boues déshydratent sur les lits

- ❖ Séchage grâce en particulier au vent
- ❖ Curage de la boue séchée



Figure II.15: Les lits de séchage.

II.3.12.2. Aire de stockage

Les boues séchées régulièrement et stockées jusqu'à 06 mois dans une aire couverte placée à proximité des lits et de la voirie. Le curage est facilité par le choix d'un revêtement en dur. En effet, le sable de percolation n'est pas nécessaire ici puisque les boues à sécher sont déjà déshydratées mécaniquement (ONA, 2005).



Figure II.16: Aire de stockage des boues sèches.

II.3.13. Poste toutes eaux

Ce poste reçoit des retours internes d'origines diverses :

- ❖ eau du classificateur à sable,
- ❖ égouttures ou eaux de lavage issues des dérailleurs et du compacteur,
- ❖ eaux de nettoyage (sols, tuyauteries...),
- ❖ filtrats des tables d'égouttages.

Les égouttures sont collectées par un réseau de regard et de canalisation gravitaire.

La poste toutes eaux est équipée de trois pompes de relèvement dont un en secours installé et de capture de niveau pour leur asservissement. Les retours issus du poste toutes eaux doivent être envoyés à l'amont des dessableurs **(ONA, 2005)**.



Chapitre III

Matériel et méthodes

III.1. Nature et période du prélèvement:

Pour contribuer à l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau, nous avons choisi trois points de prélèvement (l'eau brute, épurée et bassin d'aération). Les prélèvements ont été réalisés une fois par semaine pendant une campagne de trois mois durant la période du 10/12/2013 au 9/3/2014. Nous nous sommes intéressés à la détermination de la qualité physico-chimiques de l'eau de cette station d'épuration.

III.2. Choix des sites de prélèvement:

Trois sites de la STEP ont été choisis, pour faire des analyses physico-chimiques d'eau usée et ceci à trois étapes différentes d'épuration.

- Site 1: entrée de la STEP (avant prétraitement).
- Site 2: bassin d'aération (traitement biologique).
- Site 3: sortie de la STEP (sortie de clarificateur).



Site1



Site2



Site3

Figure III.1: Sites de prélèvements.

Pour les prélèvements destinés à l'analyse physico-chimique, ils sont réalisés dans des flacons en plastiques en utilisant une perche de 2 à 3m. Nous signalons que les analyses des paramètres physico chimiques sont ramenés de la STEP de Sidi Mérouane ont été effectuées au laboratoire du STEP de Oued-Athmania.

III.3. Détermination de la qualité physico-chimique de l'eau

Les paramètres physico-chimiques utilisés présentent dans le **tableau III. 1**

Tableau III. 1: Méthodes d'analyse des différents paramètres physico-chimiques

Paramètre	Unité	Méthode
pH	/	Utilisation pH mètre
Température	°C	Utilisation d'un thermomètre
Conductivité	μ S/cm	Utilisation Conductimètre
Oxygène dissout	Mg/l	Utilisation d'un oxymètre
MES	Mg/l	Filtration/Centrifugation
DBO₅, DCO	Mg/l	Méthode de dilution
NH₃, NO₂⁻, NO₃⁻	Mg/l	Utilisation Spectrophotomètre
PT, PO₄³⁻	Mg/l	Utilisation Spectrophotomètre
V30	Ml/g	Indice de Molmhan

III.4. Analyse des eaux

III.4.1. Mesure du pH des eaux par méthode potentiométrique

➤ Principe

La mesure du pH s'effectue au moyen d'un couple électrode de verre, électrode de référence plongeant dans le liquide à mesurer; la pile ainsi formée est caractérisée par une différence de potentielle fonction du pH de la solution.

➤ Mode opératoire

Procède d'abord à l'étalonnage du dispositif de mesure en plaçant l'électrode de verre et l'électrode de référence dans deux solutions étalons.

Faire la mesure du pH à l'abri de l'air pour les eaux non tamponnées ou susceptibles de se modifier au contact de l'air, et au contact de l'air pour les eaux suffisamment tamponnées.

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en unités de pH, à la température de référence de 20°C.

III.4.2. Conductivité électrique (CE)

L'eau est légèrement conductrice, la mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration de l'eau en sels dissous.

➤ **Mode opératoire**

La conductivité électrique est mesurée à l'aide d'un conductimètre de terrain équipé d'un dispositif de régulation ou de compensation de température qui permet une lecture directe à la température de référence de 20°C. Les résultats sont exprimés en $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 20°C.

III.4.3. Mesure de la température

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision, en effet celle-ci joue un rôle important dans la solubilité des sels dans l'eau, et surtout des gaz dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique de l'eau en réglant le bouton sur la température.

➤ **Mode opératoire**

La mesure de la température est effectuée sur le terrain, on utilise souvent dans ce but un thermomètre ou un multi paramètres. La lecture est faite après une immersion de 10 minutes.

III.4.4. Mesure de l'oxygène dissous

L'oxygène joue le rôle d'accepteur d'électron, toute baisse de la teneur en oxygène dissous détectée sur un réseau. Peut alors être interpellée un signe de croissance biologique.

➤ **Mode opératoire**

Il est mesuré par une méthode électrochimique à l'aide d'un oxymètre de terrain. La lecture se fait en mg d'oxygène par litre.

III.4.5. Mesure des matières en suspensions

III.4.5.1. MES par méthode de centrifugation

Cas des eaux chargées (ex: eau entrée station)

➤ **Principe**

La séparation des (MES) de l'eau se fait par centrifugation, l'échantillon est mis en rotation à grande vitesse l'application de force centrifuge sur les particules solides permet de les rassembler dans le fond du tube sous forme d'un culot sera lavé puis récupéré et mis à sécher à 105°C, le résidu sec est ensuite pesé, il correspond aux (MES) contenues dans l'échantillon (NFT 90-105).

➤ **Domaine d'application**

Cette méthode de détermination peut être réalisée sur les EUB, lorsque les teneurs en MES sont élevés.

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Prélèvement d'un échantillon de un litre minimum.
- ✓ Homogénéiser le contenu du flacon par agitation
- ✓ Introduire l'eau dans les flacons de centrifugation à des volumes similaires
- ✓ Placer les flacons dans le centrifugeuse.
- ✓ Centrifuger pendant 10 mn à 3600tr/min.
- ✓ vider l'eau surnageant et recueillir le culot de boue dans une capsule de porcelaine (celle-ci a été préalablement traitée soit m1).
- ✓ Sécher 24h à l'étuve à 105°C°. Refroidir au dessiccateur et peser, soit m2 teneur en matières en suspension en mg/l.

$$\text{MES} = ((m_2 - m_1) * 1000) / v \text{ en mg / l}$$

III.4.5.2. Dosage des Matières en Suspension par la filtration

Cas des eaux peu chargées (ex: eau traitée)

➤ **Principe**

Les méthodes gravimétrique reposent sur le calcul de la masse de matière sèche (mg/l) obtenue après séparation des MES de l'eau puis déshydratation à 105°C.

La séparation des MES se fait à l'aide d'un équipement de filtration sous vide ou sous pression qui permet le passage de l'eau à analyser sur le filtre en fibres de verre. Les MES sont retenues sur le filtre qui est ensuite séché à 105°C, de manière à éliminer l'eau retenue dans le filtre. Les MES sont retenues.

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Sécher la membrane 15 min à l'étuve 105°C
- ✓ Refroidir dans le dessiccateur et peser : soit m1
- ✓ Prélever un volume d'eau v tel que la masse de matières sur le filtre soit au moins de 1mg/cm². v ne doit pas être inférieur à 100 ml
- ✓ Placer la membrane sur son support, fixer l'ensemble de filtration, verser l'eau sur la membrane, mettre sous vide et laisser filtrer le liquide jusqu'à écoulement complet.
- ✓ Rincer à l'eau déminéralisée, couper le vide. Retirer la membrane et la sécher à l'étuve à 105°C jusqu'à avoir une masse constante (au moins 2h).
- ✓ Refroidir au dessiccateur et peser : soit m2.
- ✓ poids de matières en suspension en mg/l.

➤ **Expression des résultats**

- ✓ Le calcul de la teneur en MES se fait à partir de l'expression suivante :

$$[\text{MES}] = (m2 - m1) * 1000/v \text{ en mg/l}$$

III.4.6. Dosage des nitrates (NO₃⁻)

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Dans 02 cuves rondes, on met 10 ml d'échantillon eau épurée et dans l'autre une dilution de 05 d'eau brute aux quelles on ajoute un sachet du réactif nitra ver 05 a chacune.
- ✓ On agit pendant une minute, laissé reposer pendant 05 minutes.
- ✓ En suite on introduit le blanc (une cuve d'eau distillé) dans le compartiment d'échantillon et on touche Zone en suite on retire le blanc pour mettre une cuve d'échantillon a analyser on touche LIRE et résultat est donnée sur l'écran en s'agit d'une dilution.

III.4.7. Dosage des nitrites (NO_2^-)

➤ Mode opératoire

Idem a NO_3^- sauf pour le réactif qui est nitri-ver 3, le temps d'agitation est plus court même le temps de repos « 20 min ».

III.4.8. Dosage de l'azote ammoniacal NH_3^-

➤ Mode opératoire

- ✓ Appuyer sur program Hach.
- ✓ Pipeter 0.1 ml de l'échantillon dans un tube Enver de réactif de dilution pour azote ammoniacal, gamme, haute (l'échantillon préparé).
- ✓ Pipeter 0.1 ml d'eau sans ammoniacque dans un autre tube Enver de réactif de dilution pour azote ammoniacal, gamme haute (le blanc).
- ✓ A l'aide d'un entonnoir, transférer le contenu d'une pochette de réactif de calicylate d'ammoniacque pour 5 ml d'échantillon dans chaque tube.
- ✓ Ensuite on ajoute le réactifs ammoniac cyanurât dans chaque tube.
- ✓ On agite pour homogénéiser puis on laisse reposer pendant 20 min.
- ✓ En suite on introduit le blanc (une tube d'eau distillé) dans le compartiment d'échantillon, en suite on retire le blanc pour mètre une cuve d'échantillon à analyser on touche LIRE et résultat est donnée sur l'écran en s'agit d'une dilution.

III.4.9. Dosage de Phosphore total (PT)

➤ Mode opératoire

- ✓ Préparation des échantillons dans chaque tube en met 5 ml (eau brute et épurée)
- ✓ On ajoute une sachet du réactif de potassium dans chacune de 02 tube.
- ✓ On met le tube dans un réacteur de DCO et laisser pendant 30 minutes, et en laisse refroidir pendant 20 min.
- ✓ Ensuite en ajoute 02 ml de réactif hydroxyde sodium, et 0.5 de molybdovandate dans chaque tubes.
- ✓ On agite pour homogénéiser puis on laisse reposer pendant 7 min.
- ✓ En suite on introduit le blanc (une tube d'eau distillé) dans le compartiment d'échantillon, en suite on retire le blanc pour mètre une cuve d'échantillon a analyser. le résultat est donnée sur l'écran en s'agit d'une dilution.

III.4.10. Dosage des PO_4^{3-} **➤ Mode opératoire**

- ✓ Préparation des échantillons dans le 1^{er} cuve ronde on met 0.1 ml d'eau épuré.
- ✓ Dans l'autre cuve rond on met 0.2ml d'eau brute.
- ✓ On ramené le volume des 02 cuves à 10ml par l'eau distillée.
- ✓ On ajoute une sachet du réactif phospho- ver dans chacune des 02 cuve.
- ✓ On agite pour homogénéiser puis on laisse reposer pendant 02 minutes.
- ✓ Ensuite on introduit le blanc (cuve ronde dans laquelle se trouve 10 ml d'eau distillée) et on touche zéro, en suite on retire le blanc pour mettre une cuve d'échantillon à analyser puis on touche lire la mesure est affichée sur l'écran en mg/l.
- ✓ En on multiplie par le facteur dilution approprié à chaque échantillon.

III.4.11. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)**➤ Principe**

- ✓ On met en marche le réacteur DCO et attendre que la température atteint 160°.
- ✓ On prépare deux tubes pré dosés l'un de 1500 ppm, on ajoute 02 ml d'eau brute à celui de 1500 Ppm, et 02 d'eau épurée à celui de 150 ppm.
- ✓ On bouche les deux tubes par leurs propres capuchons puis on agite pour homogénéiser. On prépare en parallèle le blanc spécial pour chaque tube pré dosé (1500 ppm et 150 ppm) en mettant 02 ml d'eau distillées dans le tube de 1500ml et le tube de 150 ml.
- ✓ On met les quatre tubes dans un réacteur DCO et laisser pendant 02 heures.
- ✓ Quand les deux se seront écoulés on retire les quatre tubes du réacteur DCO et on les met dans un endroit sombre à température ambiante et on laisse refroidir pendant 30 min.
- ✓ Enfin on cherche sur le spectrophotomètre le programme à analyser le DCO.

III.4.12. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)**➤ Mode opératoire :**

- ✓ La DBO₅ est mesurée au bout de cinq jours à 20°C (température favorable à l'activité des micro-organismes consommateurs d'O₂ et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite).

- ✓ Dans deux bouteilles de 500ml. On met 164 d'eau brute et 365 ml d'eau épurée, ensuite on les met dans l'incubateur à 20 C°. Aux quels on met un barreau magnétique pour assurer une agitation continue (agitateur placé dans l'incubateur).
- ✓ Laisser les deux échantillons pendant une heure du temps ouverts, en suite on met l'inhibiteur de dénitrification et 3 pastilles de NAOH dans cupules en caoutchouc et on ferme par les calculateurs Oxioptop.
- ✓ On appuis sur les deux boutons S et M jusqu'à afficher donne 00, on laisse dans l'incubateur pendant 05 jours, ensuit grâce au bouton S on lit le DBO₅ chaque 24 heures ce qui nous permet d'avoir le DBO₅ pendant cinq jours et en mg/l.

III.5. Analyse des boues d'épuration

III.5.1. Détermination de la concentration en MES des boues

Voir méthode MES

NFT 90-105.

III.5.2. Détermination de la concentration en MS des boues

➤ Mode opératoire:

- ✓ Bien homogénéiser la boue par agitation du flacon.
- ✓ Peser une coupelle de porcelaine, propre et sèche: poids p_0 en gr
- ✓ Introduire dans cette coupelle un volume v de boue de 100 ml
- ✓ Placer au four à 105°C, jusqu'à évaporation totale de l'eau contenue dans la boue. Cette étape nécessite 12 h.
- ✓ Peser la coupelle, après refroidissement, dans un dessiccateur: p_1 en gr.

➤ Expression des résultats

La concentration en MS de la boue est donnée par:

$$MS \text{ gr/l} = (p_1 - p_0) * 10.$$

III.5.3. Détermination du pourcentage en matière volatiles en suspension (% MVS).

➤ Mode opératoire

- ✓ Les matières organiques ont la propriété d'être minéralisés à haute température (plus de 550°C). Les molécules produites par la calcination de la matière organique sont sous formes gazeuses à haute température et vont donc se volatiliser.

✓ C'est pour cette raison que l'on détermine la teneur en matière organique par calcination à 550°C et par pesée du résidu (les cendres) qui représente les éléments minéraux. Par différence entre la masse de matière sèches initiales et la masse de matière minérale restante, on détermine la masse de matière organique on peut écrire :

$$M_s = \text{matière organique (MVS)} + \text{matière minéral (MM)}.$$

Donc: **Taux de MVS en % = (MVS) / (MES). 100**

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Cette analyse est effectuée après la détermination des MES ou de la siccité boue.
- ✓ A la fin de ces analyses, déterminer le poids « P_{sec} » en g correspondant au poids de coupelles et des matières sèches.
- ✓ Placer ensuite la coupelle dans un four à 550 C° pendant deux heures.
- ✓ Après refroidissement dans un dessiccateur, la coupelle ne contenant plus que les cendres est à nouveau pesée : poids minérale en g.

$$MVS = P_{\text{sec}} - P_{\text{min}}$$

➤ **Expression des résultats :**

Le taux de MVS en % est donné par la formule suivante :

$$MVS(\%) = (\text{Poids des MVS} / \text{Poids des MS}) \cdot 100$$

L'analyse est réalisée sur une partie des matières sèches, le taux de MVS en% est donné par la formule suivante :

$$MVS(\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_0} \times 100$$

III.5.4. Détermination de test de décantation (Indice de Mohlman (IM))

➤ **Mode opératoire**

- ✓ L'indice de Mohlman (IM) est l'indice de décantation des boues. cet indice définit en millimètres le volume de boue activée décanté en 30 minute par rapport à la masse de résidu sec de cette boue en gramme de matières. il est aussi appelé indice de boues (IB).
- ✓ Aussi l'indice est utilisé pour les tests de décantation de boues de stations d'épuration. il permet de savoir si les boues se séparent facilement et rapidement de la phase claire rejetée dans le milieu récepteur.

- ✓ L'essai est exécuté dans une éprouvette de 01 litre que l'on remplit d'un échantillon mixte prélevé dans le bassin biologique, puis on note le volume de boue après 30 minutes (v30) de décantation $IM=V/P$.
- **Mode opératoire :**
- ✓ Prélever les boues dans le bassin d'aération.
- ✓ Remplir une éprouvette avec 01 litre de boues.
- ✓ Faire les dilutions nécessaires $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$.
- ✓ Mélanger en tournant l'éprouvette.
- ✓ Disposer les éprouvettes sur un support stable et horizontal.
- ✓ Mesurer le volume de boues dans l'éprouvette après 30 minutes.

Le calcul de l'indice de Mohlman :

L'indice de Mohlman est le volume en ml occupé par un litre de boues non diluées après 30 minutes de décantation, divisé par la concentration (MES) des boues.

$$\text{Indice de Mohlman} = \frac{V_{30}(\text{en ml/l})}{(MES)\text{eng/l}}$$

Chapitre IV
Résultats et Discussion

IV.1. Résultats et discussion des paramètres physico-chimiques

Les résultats des paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés et que nous avons obtenues sont présentés sous forme des tableaux et des figures exprimant les différentes variations de tous les paramètres étudiés.

IV.1.1. Débit journalier

Les résultats de la recherche des valeurs du débit journalier d'eaux usées brute à l'entrée de la station d'épuration durant notre étude sont présentées dans le **tableau IV.1** et la **figure IV.1**

Tableau IV.1 : Variations du débit journalier d'eaux usées brute

Date en (jour)	Q débit jour (m3/j)
17/12/2013	7355
24/12/2013	8986
31/12/2013	8862
07/1/2014	11385
15/1/2014	11301
21/1/2014	8965
28/1/2014	8688
04/2/2014	9921
12/2/2014	9223
18/2/2014	5445
26//2/2014	5967

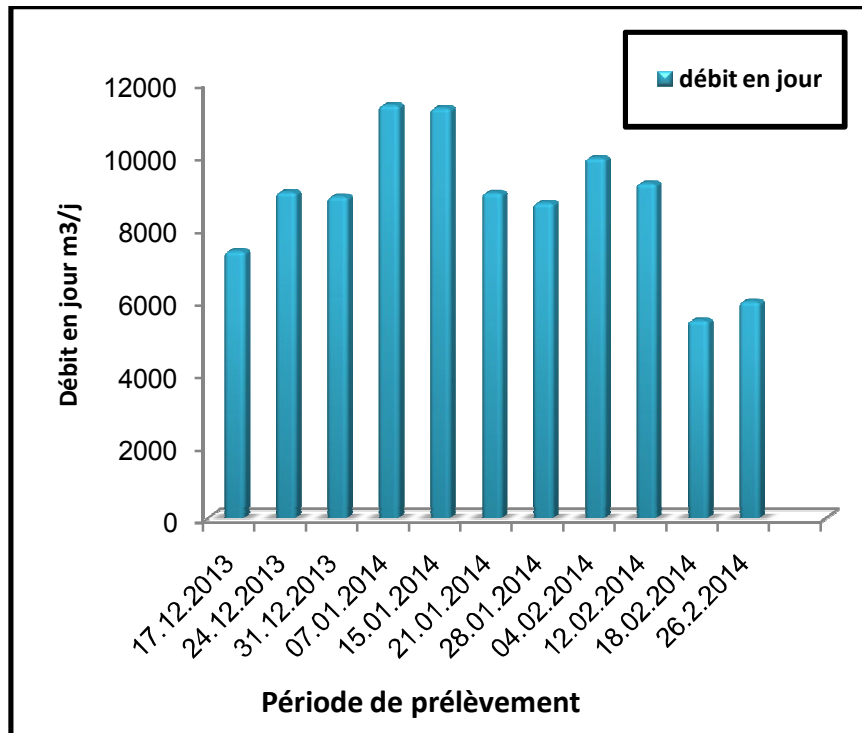


Figure IV.1 : Variations du débit des eaux brutes.

La station d'épuration est conçue pour traiter un débit nominal de 20550 m³/j en temps sec et 25340 m³/j en temps de pluie. D'après les valeurs enregistrées, on remarque que la station ne traite que 11385 m³/j en moyenne. Nous avons remarqués que la grande quantité est enregistrée le 7/ janvier/2014 à une valeur moyenne de 8736 m³/j.

Tableau IV.2: Les résultats des paramètres physiques à l'entrée et la sortie du STEP.

Date	Type d'eaux	pH	T (°C)	O2dissous (mg/L)	Conductivité (µ s/cm)	MES (mg/l)
24/12/2013	Eau brute	7.41	16.2	0.66	2030	381.4
	Eau épurée	7.40	16.1	1.55	1950	125.8
31/12/2013	Eau brute	7.48	15.3	4.51	1984	/
	Eau épurée	7.44	15,01	1.60	1857	/
7/01/2014	Eau brute	7.32	15	2.80	1730	/
	Eau épurée	7.30	15.2	2.27	1850	/
15/01/2014	Eau brute	7.38	15.4	4.53	1908	/
	Eau épurée	7.28	16.3	1.7	1913	/
21/01/2014	Eau brute	7.58	14.4	5.12	1684	533.2
	Eau épurée	7.39	15.4	1.95	1987	06
28/01/2014	Eau brute	7.61	14.90	4.04	1930	518.8
	Eau épurée	7.47	15.1	0.45	1932	65
04/02/2014	Eau brute	7.65	14.4	4.88	1983	200.8
	Eau épurée	7.39	14.3	2.11	2050	65.2
12/02/2014	Eau brute	7.66	13.3	5.54	1871	883
	Eau épurée	7.61	/	/	1840	134.8
18/02/2014	Eau brute	7.78	16.7	2.53	2025	146.6
	Eau épurée	7.62	16.2	1.33	1963	7.2
26/02/2014	Eau brute	7.86	16.2	.47	2375	/
	Eau épurée	7.78	15.9	2.62	1960	/
09/03/2014	Eau brute	7.92	15.07	/	2129	/
	Eau épurée	7.63	15.02	2.51	1869	/

A partir des résultats obtenus durant les analyses physiques des paramètres suivants: pH, température, conductivité, oxygène dissous ainsi la matière en suspension(MES) à l'entrée et la sortie du STEP. Nous avons présentés les résultats réalisés dans les figures ci dessous

IV.1.2. pH

L'examen du **tableau IV.2**, qui est une synthèse entre les variations de pH de l'eau en fonction des campagnes de prélèvement montre que les fluctuations sont en générale temporelle.

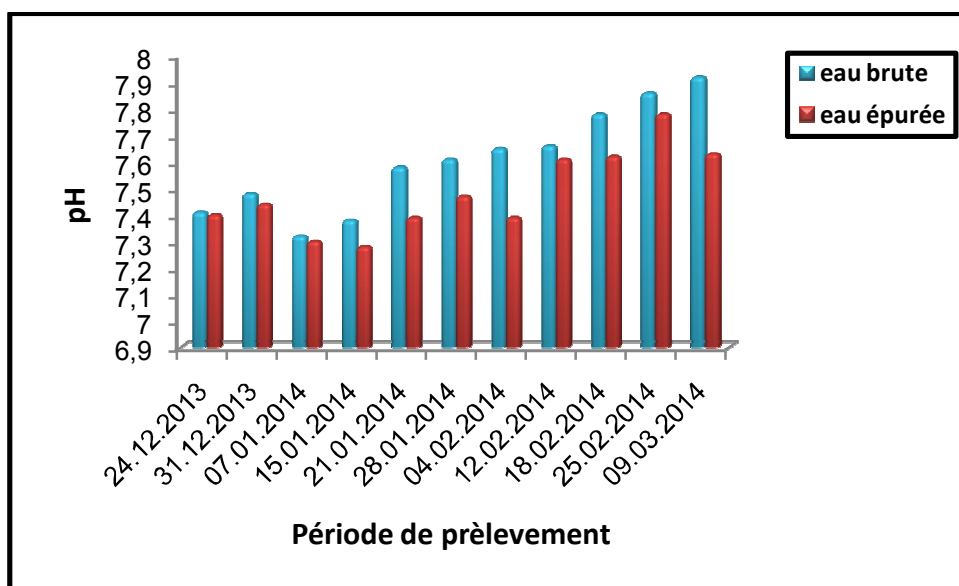


Figure IV.2 : Variations du pH des eaux brutes et épurées

A partir de la **figure IV.2**, on remarque que les valeurs de pH obtenus, nous permettent de constater que les valeurs fluctuent entre 7,28 et 8,86 de l'entrée et la valeur la plus élevée est enregistré durant la campagne du 26/ 02 /2014, avec moyenne de 7,59. Tandis que la valeur la plus basse a été signalée au niveau des eaux épuré durant le prélèvement du 15/01/2014 est de (7,28).Avec moyenne de 7,49. Les valeurs ne dépassent pas les normes de l'OMS 6,5- 8,5.

Les eaux usées sont alcalines, elles proviennent généralement des rejets domestiques (eau du savon, fèces, urine et ordures) (**Djeddi, 2007**).

Les faibles variations du pH entre l'eau usée brute et l'eau usée épurée peuvent être expliquées par les réactions chimiques et/ ou biologique qui produisent des ions acides ou qui consomment des ions basiques par l'abondance au débit journalier.

IV.1.3. Température

L'examen du **tableau IV.2** qui est une synthèse entre les variations de la température de l'eau en fonction des campagnes de prélèvement, montre que la température est une mesure momentanée, en fonction de l'heure et du lieu de prélèvement.

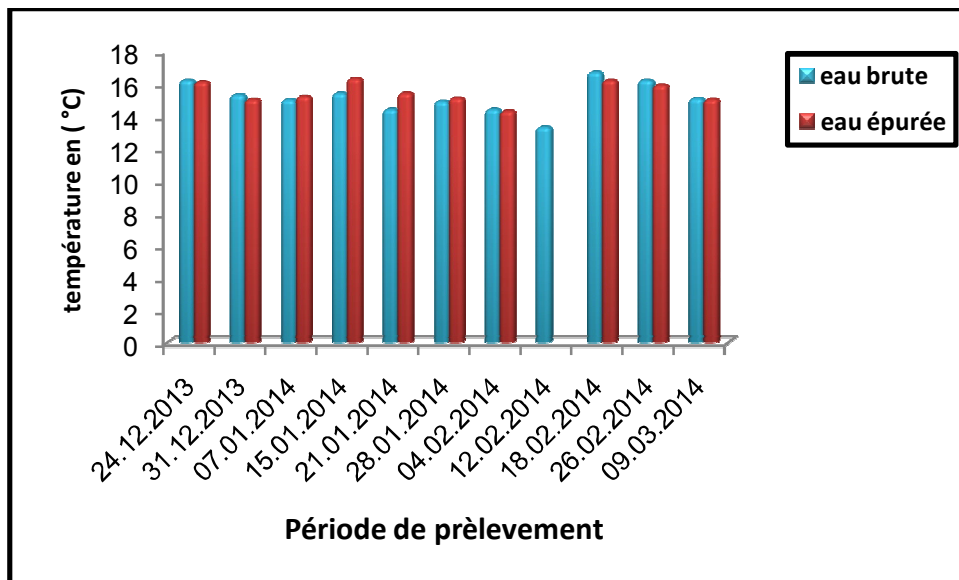


Figure IV.3 : Variations de la température des eaux brutes et épurées.

D'après les résultats obtenus pendant les campagnes de prélèvement (**Fig. IV. 3**), nous permettront constater que les valeurs de la température des eaux usées brutes est comprise entre 13,3 C° et 17,1C°, mais les eaux épurées, nous avons enregistré des valeurs varient entre 13.3C° et 16.3C°. Avec moyenne de 15, 33 C °pour les eaux brutes et 15,30C° pour les eaux épurées. Les valeurs ne dépassent pas les normes de l'OMS (30 C°).

En effet, la température est un facteur écologique très important qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatique (**Ramade, 1993**).

L'analyse de ce paramètre est très importante, car elle s'accompagne toujours d'une modification de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous et le pH, ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique.

L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification des propriétés de l'eau, la densité et la viscosité qui favorisent l'autoépuration et accroît la

vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d'épuration (Rodier et al.2005).

Il est à noter que les températures de l'effluent traité varient par rapport à celles enregistrée pour les eaux usées brute, soit par une augmentation ou par une diminution. Nous supposons que ceci est probablement en relation avec l'heure de prélèvement et les conditions météorologiques (saison hivernal).

IV.1.4. Conductivité

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais approximativement, la minéralisation globale de l'eau, elle s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eaux. Dans les eaux de surface et les rejets d'eaux usées, des modifications importantes de la conductivité peuvent intervenir rapidement au cours de la journée. (Rejseke, 2002).

Les résultats des mesures de la conductivité d'eaux brutes et épurées sont présenté dans la figure IV.4.

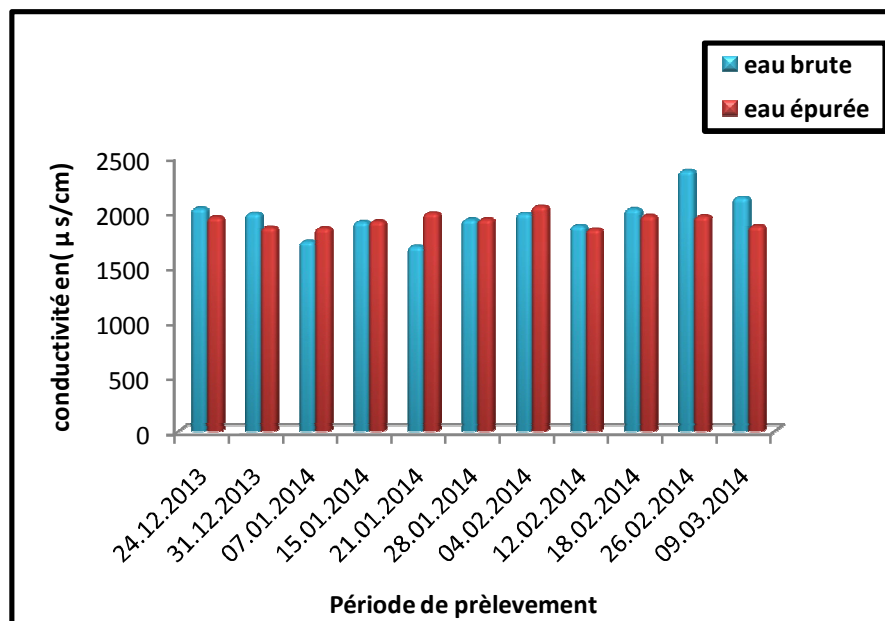


Figure IV.4 : Mesure de la conductivité des eaux brutes et épurées

A l'entré de la station la valeur la plus élevée pour la conductivité électrique est enregistré le 26.02.2014 (2375μ s/cm).

A la sortie de station de traitement, la grande valeur est enregistrée le 04/01/2014 (2050 μ s/cm). Donc les valeurs moyennes enregistrée entre 1990,91 μ s/cm par contre on observe la valeur inférieure pour l'eau épurée 1840 μ s/cm.

En générale, cette variation peut être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le clarificateur qui sont concentrés dans les boues.

La mesure de ce paramètre constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique.

Tableau IV.3 : Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée
(Rejseke, 2002)

Conductivité en μ s. cm^{-1}	Minéralisation de l'eau
<100	Très faible
Entre 100 et 200	Faible
Entre 200 et 333	Moyenne
Entre 333 et 666	Moyenne accentuée
Entre 666 et 1000	Important
>1000	Elevé

Notre résultats dépassent 1000 μ s /cm, ce qui signifie que la minéralisation des eaux est significative.

D'une manière générale, la diminution de la conductivité électrique dans les périodes pluviales peut être attribuée à un phénomène de dilution (Mehennaoui, 1998). Cependant, ce paramètre croît progressivement avec l'évaporation de l'eau (période estivale).

Ces résultats ne sont qu'un indice car la conductivité peut varier plusieurs fois au cours de la même journée, et pour qu'elle soit significative il serait souhaitable de la mesurer toutes les deux heures.

IV.1.5. Oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend essentiellement de la température. Les teneurs en oxygène dissous sont variables d'une manière régulière dans l'espace et dans le temps. Les variations sont essentiellement observées durant la période pluvieuse.

Les résultats des mesures de l'oxygène dissous d'eaux brutes et épurées sont présentés dans la **figure IV.5** :

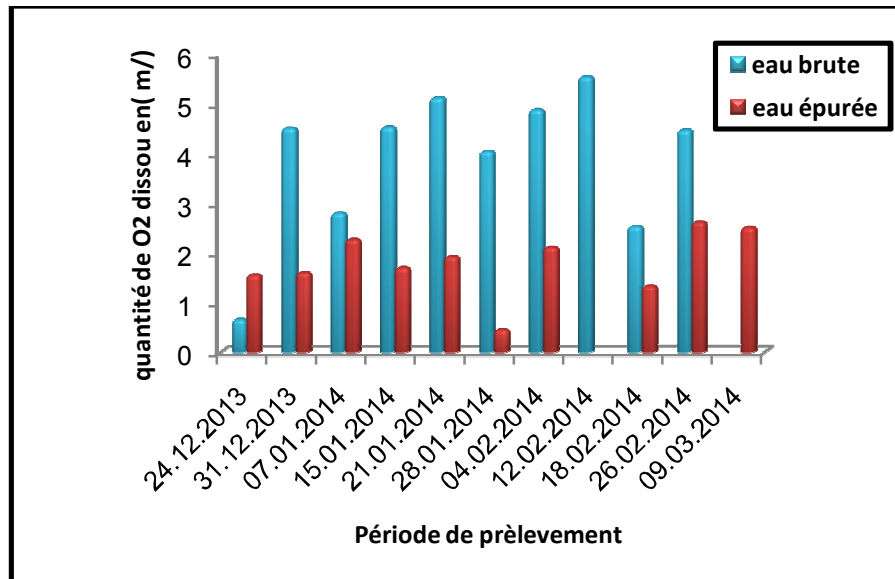


Figure IV.5 : Variations de l'oxygène dissous en mg/l de l'eau brute et épurée.

L'apport d'oxygène constitue une part importante des frais d'exploitation d'une station d'épuration biologique (**Rodier et al, 2009**)

La saturation en oxygène de l'eau est assurée par les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère à travers l'interface air-eau. Plus la température de l'eau est faible, plus la solubilité de l'oxygène est importante (**Leynaud, 1980**).

D'après les valeurs que nous avons enregistrées un minimum le 28/01/2014 est de 0,46 mg/l. La valeur maximal est notée pendant la date du 26/02/2014 est de 5,54 mg/l, avec moyenne de 3,45 mg/l pour les eaux brutes. Au niveau des eaux traitées, la valeur enregistrée varie entre 0,45 et 2,62 mg/l., et moyenne de 1,81mg/l. les résultats obtenue ne dépassent les normes 5mg/l.

D'après le graphe, les teneurs en O₂ dissous on observe à l'entrée sont nettement supérieure à celle de la sortie, ce ci est dû à une bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies

assurent l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées.

IV.1.6. Matière en suspension (MES)

Toutes les eaux superficielles contiennent des matières en suspension et des teneurs de quelques mg/l ne posent pas de problèmes majeurs (**Mebarki, 1982**). Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, du régime d'écoulement des eaux et la nature des rejets (**Rodier, 1996**).

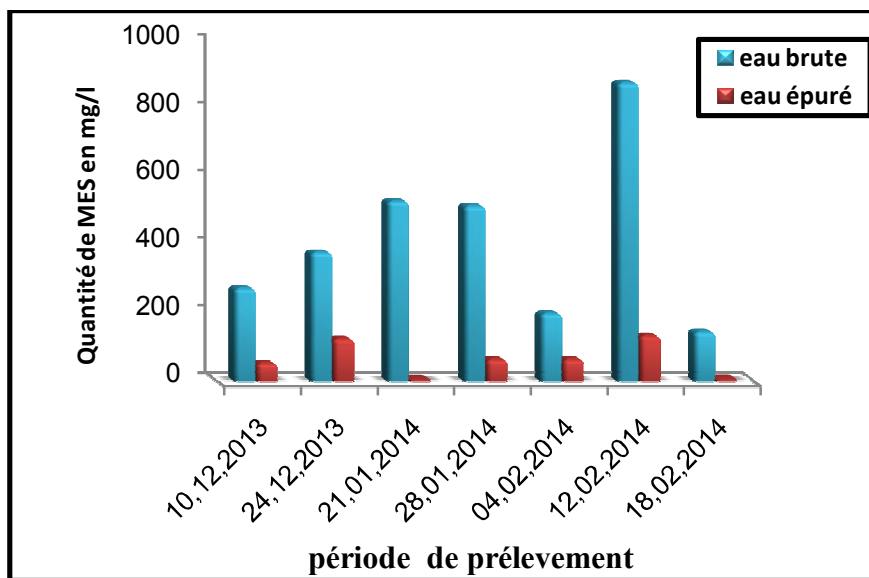


Figure IV.6 : Variations de MES en mg/l des eaux brute et épurée.

Les matières en suspensions (MES) provoquent un déséquilibre dans le milieu aquatique en accroissant la turbidité et peuvent avoir un effet direct qui causera une diminution de la clarté de l'eau, limitant ainsi la biosynthèse végétale (**Rejsek, 2002**).

Les résultats obtenus pendant les campagnes de prélèvement nous permettent de constater que la valeur la plus élevée a été signalée dans les eaux brute, variant entre 883 et 146.6 mg/l, alors que celle la plus basse est comprise entre 125 mg/l et 6 mg/l enregistrée dans l'eau épurée. La station d'épuration traitée en moyenne 419.85 mg/l à l'entrée et 65.42 mg/l à la sortie.

les valeurs observées ne dépassent pas les normes des OMS appliquées en Algérie (30 mg/l).

La concentration de la matière en suspension est très élevée à l'entrée qui est très chargée en matière minérale à savoir le sable, limon et argile etc.... au fait que cette STEP est dimensionnée pour recevoir une grande quantité d'eaux usées qui permette à une grande pollution.

Tableau IV.4: Résultats des analyses physiques dans le bassin biologique (chenal).

Date	Quantité g/l	V30 (ml)	MES (g/l)	Temps de prélèvement/H
24 /12/2013	File N°1	/	27.5	10.20
	File N°2	/	20,8	11.20
12/2013 31/	File N°1	950	27,08	10:20
	File N°2	999	20.00	11:20
7/1/2014	File N°1	970	32.1	10:20
	File N°2	960	21.6	9:20
15/1/2014	File N°1	949	25.4	10:25
	File N°2	999	19.75	11:25
21/1/2014	File N°1	960	30.4	14:15
	File N°2	900	15.7	09:25
28/1/2014	File N°1	940	24.6	10.17
	File N2	930	18.1	13.45
4/2/2014	File N°1	330	9.64	14:05
	File N°2	970	22.60	11:20
12/2/2014	File N°1	340	9.52	12:00
	File N°2	960	21.3	11.20
18/2/2014	File N°1	/	9.079	10 :5
	File N°2	/	2.33	11:20
26/2/2014	File N°1	330	24.2	10 :15
	File N°2	910	18.2	11 :10
9/2/2014	File N°1	899	24.6	14 :15
	File N°2	900	17.6	13 :10

IV.1.7. Indice de Mohlman (IM)

Les variations de l'indice de Mohlman des eaux dans le bassin biologique sont regroupées dans la **Figure IV.9**.

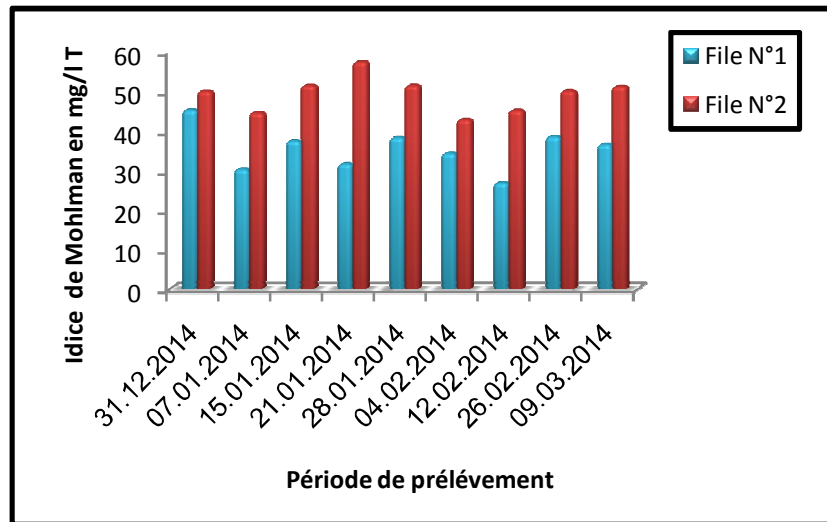


Figure IV.9 : Variations de l'indice de boue.

Les résultats obtenus pendant les prélèvements présentés dans le **tableau IV.4 (annexe 2)**, On remarque une variation entre 30,21 ml/g et 57,32 ml/g dans les deux files avec une moyenne de 31, 52 g/l dans la file 1 et 49,52 g/l dans le File 2.

D'après **Rejsek, (2002)**, l'indice de Mohlman (IM) permet de traduire la bonne disponibilité ou non, des boues à la décantation :

- Pour IM comprise entre 80 et 150 mg/l, on observe une bonne décantation (boues activées de bonne qualité).
- Pour $IM > 150$ ml/g, les boues activées décantent très lentement (phénomène d'anaérobiose voir même de dénitrification (présence de boues filamenteuse).
- Pour $IM < 80$ ml/g, la boue décante trop rapidement et risque de former des dépôts dans les ouvrages et les canalisations.

On observe que les valeurs (IM) obtenues sont inférieures à 80 ml/g (File 1) .Ce qui peut être expliqué par la bonne décantabilité des boue .

IV.1.8. Matière en suspension et Matière volatile (MES et MVS).

Tableau IV.5: Les valeurs de la concentration des MES et MVS obtenus dans le file 1, file2 et la ligne de recirculation.

Date	Quantité g/l	File N°1 Bassin biologique	File N°2 Bassin biologique	Ligne de recirculation
24/12/2013	MES (g/L)	21.81	20.52	28.59
	MVS (g/L)	6.13	6.18	8.14
	MVS(%)	28.11	30.15	28.46
31/12/2013	MES (g/L)	21.03	20.02	28.69
	MVS (g/L)	6.23	5.88	8.13
	MVS(%)	29.62	29.37	28.32
7/1/2014	MES (g/L)	21.94	20.62	28.63
	MVS (g/L)	5.88	5.78	8.26
	MVS(%)	26.81	28.47	28.84
15/1/2014	MES (g/L)	19.00	18.94	29.27
	MVS (g/L)	5.67	5.59	8.86
	MVS(%)	29.88	29.53	30.27
21/1/2014	MES (g/L)	23.76	15.86	23.42
	MVS (g/L)	6.89	4.83	7.11
	MVS(%)	28.99	30.45	30.35
28/1/2014	MES (g/L)	19.19	17.76	25.19
	MVS (g/L)	5.7	5.46	7.58
	MVS(%)	29.70	30.76	30.10
4/2/2014	MES (g/L)	28,21	21.55	28.21
	MVS (g/L)	8,57	6.71	8.57
	MVS(%)	29.09	31.14	30.38
12/2/2014	MES (g/L)	8.68	21.35	31
	MVS (g/L)	/	/	/
	MVS(%)	/	/	/
18/2/2014	MES (g/L)	20.94	20.03	24.31
	MVS (g/L)	5.82	5.54	6.52
	MVS(%)	27.81	27.64	26.83
26/2/2014	MES (g/L)	19.13	17.97	24.37
	MVS (g/L)	22.18		24.52
	MVS(%)			
09/03/2014	MES (g/L)	20,04	18,23	26,45
	MVS (g/L)	/	/	/
	MVS(%)	/	/	/

Ces résultats de tableaux sont montrés également par les figures suivante

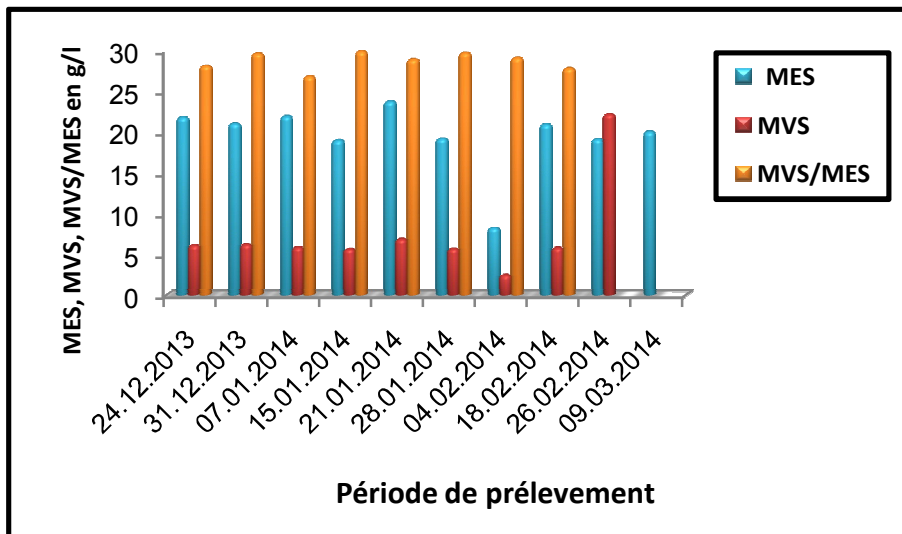


Figure IV.10 : Variations de MS, MVS et le pourcentage MVS/MES dans le File 1.

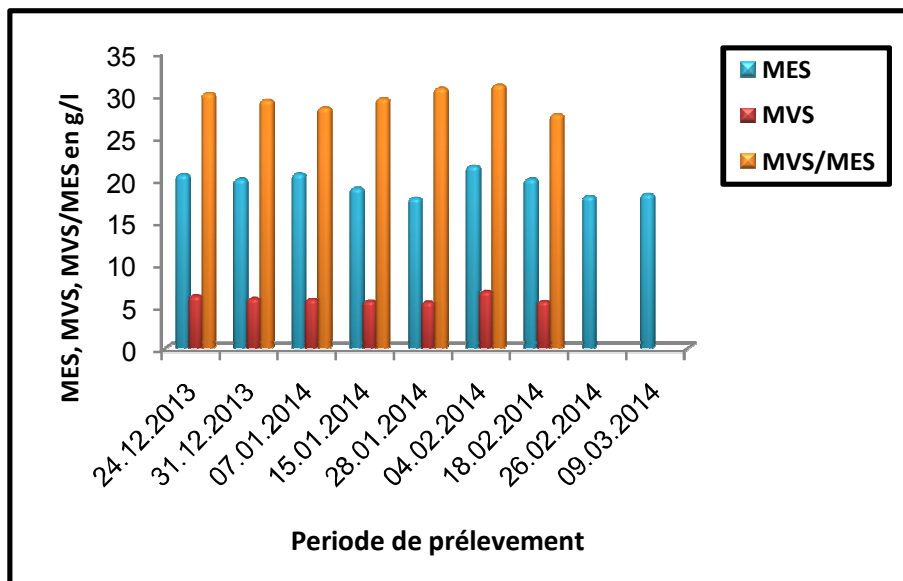


Figure IV.11 : Variations de MS, MVS et le pourcentage MVS/MES dans le File N°2.

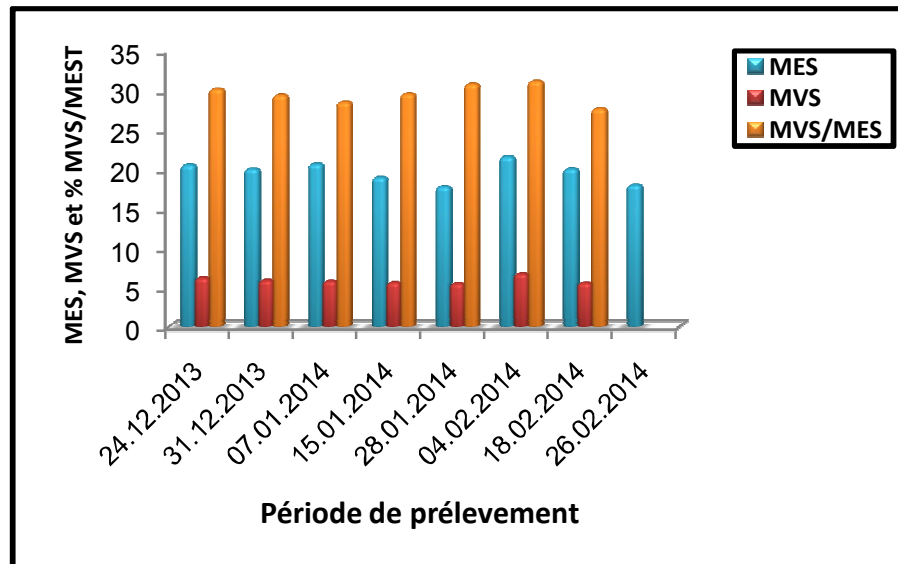


Figure IV.12: Variations de MES et MVS et le pourcentage MVS/MES dans la ligne de recirculation.

Les valeurs de MES et MVS et le pourcentage MVS/MES enregistrées dans le bassin biologique pendant les campagnes de prélèvement sont regroupés dans les **Figure IV.10** **Figure IV.11**, **Figure IV.12**.

On remarque dans le File1 que les valeurs de MES enregistrées, toujours supérieure à 20g/l alors le prélèvement du 04/02/ 2014, elle était de l'ordre de 8,86 g/l, donc c'est une l'eau chargées en MES puisque la composition typique des eaux résiduaires urbaines plus pollué.

Les valeurs du MES enregistrés dans le file 2 sont inférieure par rapporte au file1 parce que dans le File 1 utilisées le table d'égouttage pour la déshydratation.

Par contre la concentration des MVS sont faiblement chargées par rapport au MES parce que les MVS sont des MES = Matière organique (MVS) + Matière minérale (MM).Donc on peut conclure que cette eau est fortement chargée par des matières minérales.

La concentration en MVS n'est pas déterminée en concentration massique, en g /l, mais en pourcentage par rapport aux matières en suspension. Taux MVS % = (MVS/MES) ×100(ONA, 2009)

Tableau IV.6: Valeurs des paramètres chimiques à l'entrée et la sortie du STEP.

Date	Quantité (mg/L)	NO ²⁻ (mg/L)	NO ³⁻ ((mg/L)	Pt (mg/l)	PO ⁴ ³⁻ (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	DCO (mg/L)	N-NH ₃ ⁺ (mg/L)
10/12/2013	Eau brute	0.725	17	15.9	0.5	270	401	70
	Eau épurée	0.05	6.5	6.6	0.4	5	7	25
23/12/2013	Eau brute	0.52	25.5	25.8	1.05	410	753	50
	Eau épurée	0.018	10.1	8.9	0.7	29	70	30
07/01/2014	Eau brute	0.23	15.5	11.3	0.3	280	525	120
	Eau épurée	0.095	4.7	0.4	0.2	30	26	20
21/01/2014	Eau brute	0.34	20	19.3	0.5	270	428	10
	Eau épurée	0.075	4.8	1.6	0.4	21	1	1
04/02/2014	Eau brute	0.24	9	5.8	0.35	90	144	30
	Eau épurée	0.065	4	2.2	0.25	2	4	9

IV.1.9. Les paramètre de la pollution azotés

IV.1.9.1. Nitrite (NO²⁻)

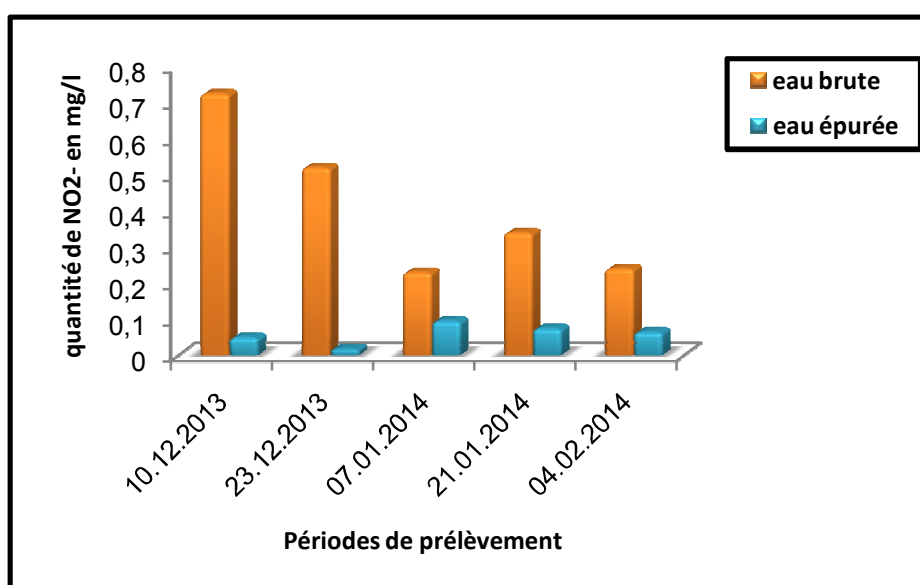


Figure IV.13 : Les concentrations des Nitrites (NO²⁻) dans l'eau brute et épurées.

L'examen du **tableau IV.6** et la **figure IV.13**, nous a permis de déduire que les concentrations des nitrites dans l'eau à l'entrée est généralement plus élevée à celle de l'eau traitée.

La valeur maximal relevée varie entre 0,23 et 0,7 mg/l à l'entrée, et la valeur minimal était de l'ordre de 0,09 et 0,1 mg/l à la sortie. Avec des moyennes enregistrées entre 0,41mg/l pour l'entrée et 0,06 mg/l pour la sortie. Ceci est dû à la présence d'une zone de contact en amont de traitement biologique qui peut la considérer comme une zone anoxie en raison de l'absence d'aération, en suite l'eau traverse la zone anaérobie et la zone aérobie de chenal puis une autre zone anoxie dans le chenal. Le processus de dénitrification est assuré dans la zone anoxie, c'est le processus de réduction de l'azote nitrique à un degré d'oxydation plus faible.

Certains micro-organismes, généralement hétérotrophes, sont en fait capables, en période d'anoxie, d'utiliser les ions nitrites et nitrates au lieu de l'oxygène dissous dans leur chaîne respiratoire et donc de réaliser cette transformation de l'azote nitrique.

Les bactéries autotrophes telles que *Nitrosomonas* et *Nitrobacter*, transforment l'azote ammoniacal en présence d'oxygène pour donner des nitrites puis des nitrates .

IV.1.9.2. Nitrate (NO₃⁻)

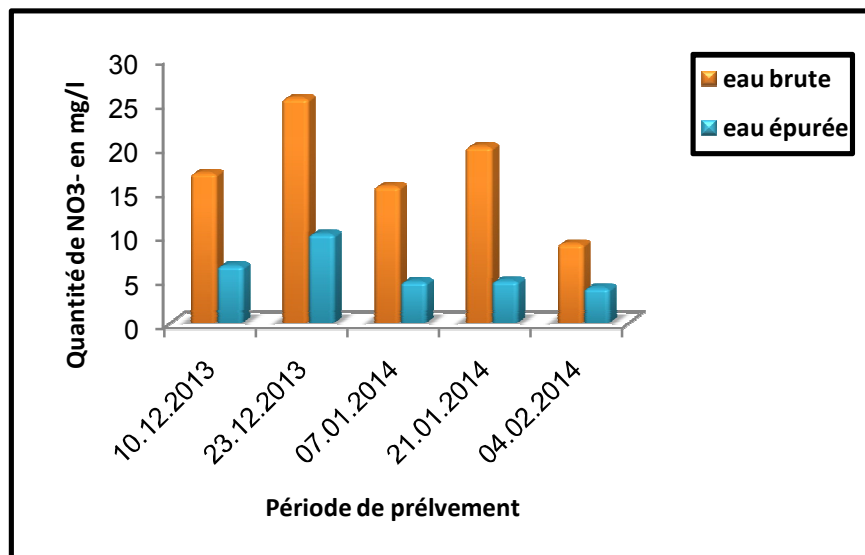


Figure IV.14: Les concentrations des nitrates (NO₃⁻) dans l'eau brute et épurée.

L'étude de ces résultats (**figure IV.14**) nous permis constater qu'au niveau des effluents, les valeurs des nitrates a l'entrée varient entre 9 et 25,5 mg/l et à la sortie

présentent des valeurs variant entre 4 et 10 mg/l. La STEP enregistrée les valeurs moyenne successivement entre 17,4 mg/l et 6,02 mg/l. Et ne dépassant pas les normes algériennes (25 mg/l).

La faible teneur en nitrate au niveau des eaux brutes sont probablement dues au fait que l'azote contenu dans les eaux résiduaires domestiques est essentiellement d'origine humaine. Les nitrates sont le résultat direct de l'oxydation de l'ammoniac en passant par les nitrites.

Nous observons une bonne élimination en nitrate durant les campagnes d'étude, avec un taux de rétention plus important.

Le taux d'éliminations en ammonium obtenus avec le processus aérobie lors de la période d'étude, sont probablement dus à une concentration suffisante en bactéries nitrifiantes dans la partie aérobie de chenal. *Nitrosomonas* et *Nitrobacter* sont considérés comme le principal nitrifiant responsable de la nitratisation voir la **Figure IV.15**.

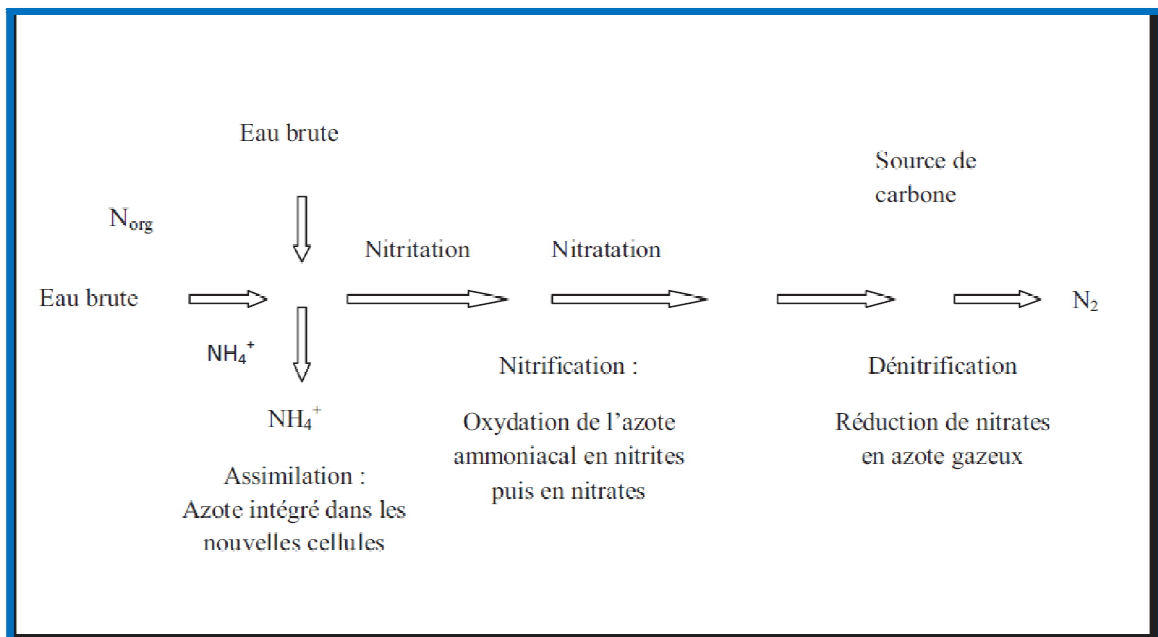


Figure IV.15 : Différentes étapes d'élimination de l'azote (Chachaute et al, 2007).

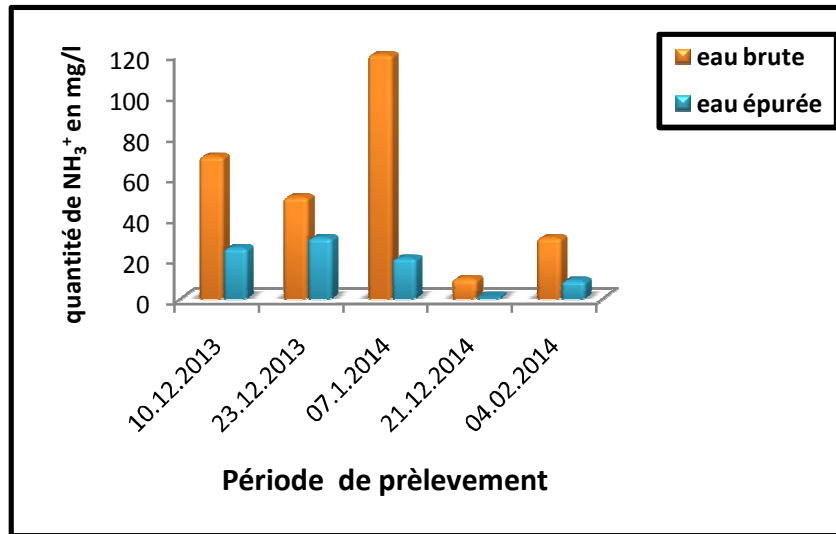
IV.1.9.3. L'azote ammoniacal (N-NH₃⁺)

Figure IV.16: Les concentrations de NH₃⁺ des eaux brute et épurées.

L'azote ammoniacal est la forme inorganique la plus réduite de l'azote dans l'eau. Il constitue une forme très soluble qui résulte de la décomposition de la matière organique azotée (d'origine végétale ou animale) ou à la réduction microbienne des nitrates ou des nitrites dans des conditions d'anaérobiose.

Au niveau de la station d'épuration, on note que les teneurs en azote ammoniacal diminuent de l'entrée (120 mg/l) vers la sortie (1 mg/l), avec moyenne 56 mg/l pour l'eau brute et 17mg/l pour l'eau épurée.

La baisse des teneurs en ammonium au niveau de la station d'épuration de l'entrée vers la sortie est le fait du processus d'épuration biologique par boues activées qui permet de diminuer la charge polluante en NH₃. Cette baisse est mise en œuvre par une réaction chimique dite nitrification autotrophique qui fait appel à des bactéries nitrifiantes (ex : *Nitrobacter*).

IV.1.10. Les paramètres de la pollution phosphoré

IV.1.10.1. L'orthophosphate (P- PO_4^{3-})

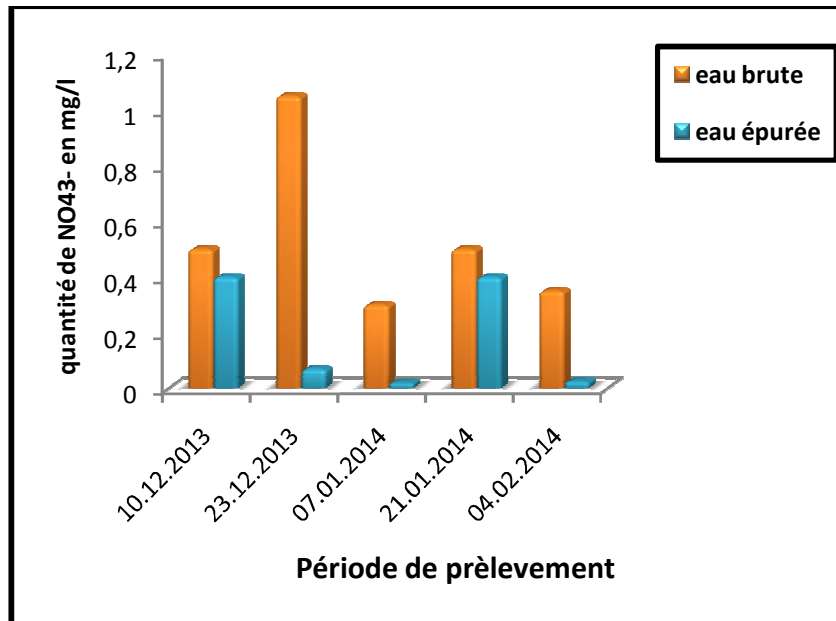


Figure IV.17: Les concentrations des phosphates (PO_4^{3-}) obtenus dans l'eau brute et épurée

D'après le **tableau IV.6**, les fluctuations sont en générale temporaires. La valeur maximale de phosphate relevée à l'entrée est de (1.05 mg/l), quant à la valeur minimale est de 0,2 mg/l à la sortie de la station a une faible moyenne de (0,54 mg/l) à l'entrée et (0,39 mg/l) à la sortie. Nous observons une très faible élimination en ortho – phosphate.

Le faible taux d'élimination en PO_4^{3-} , obtenu à l'issu du traitement de l'eau usée avec le bassin biologique peut s'expliquer, par des conditions défavorables dans la zone anaérobie pour effectuer le processus de relargage, pour un abattement plus poussé, il faut utiliser avec un agent de coagulation.

D'une manière générale les teneurs en orthophosphates ne dépassent pas les normes Algériennes et internationales des rejets (<2 mg/l).

IV.1.10.2. Phosphore totale (pt)

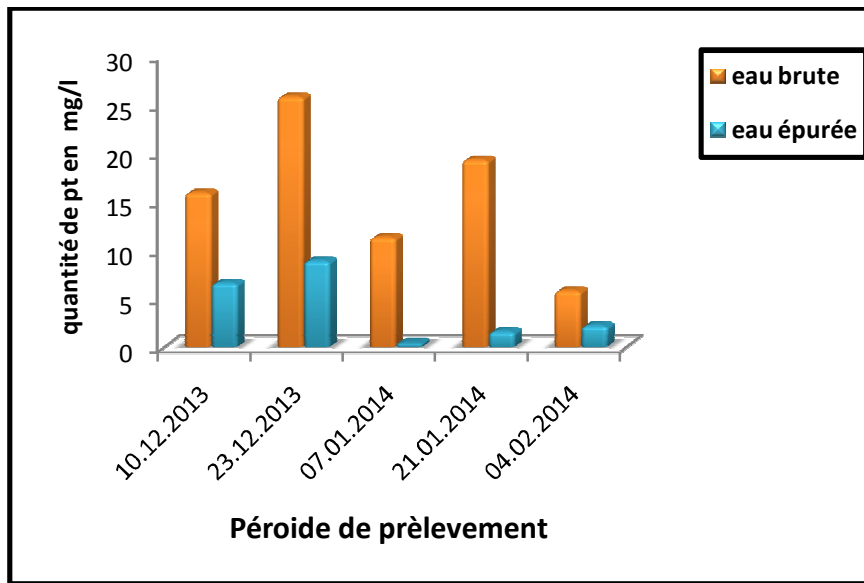


Figure IV.18 : Les concentrations des Phosphore Total dans l'eau brute et épurées.

Le phosphore est considéré comme l'élément essentiel d'apparition de l'eutrophisation dans les eaux superficielle.

Le phosphate échappe en grande partie au traitement des stations d'épuration biologique et la diminution des teneurs en phosphates de l'entrée de la station (25,8 mg/l) vers la sortie (0.4 mg/l). On observe bonne élimination de phosphore puisque les valeurs moyennent comprise entre 15,62 mg/l et 3,94mg/l pour l'entrée et la sortie, avec moyenne 15,62 pour l'eau brute et 3,94 mg/l pour l'eau épurée. Est due à sa consommation par les bactéries au cours du processus d'épuration.

La connaissance de la quantité en phosphates contenue dans les eaux résiduaires permet de vérifier si ce composé ne fait pas défaut pour envisager un traitement biologique de ces eaux.

IV.1.11. Les paramètres de la pollution organique

IV.1.11.1. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène représente l'enveloppe de tout ce qui est susceptible de demander de l'oxygène, en particulier les sels minéraux oxydables et la majeure partie des composés organiques biodégradable ou non.

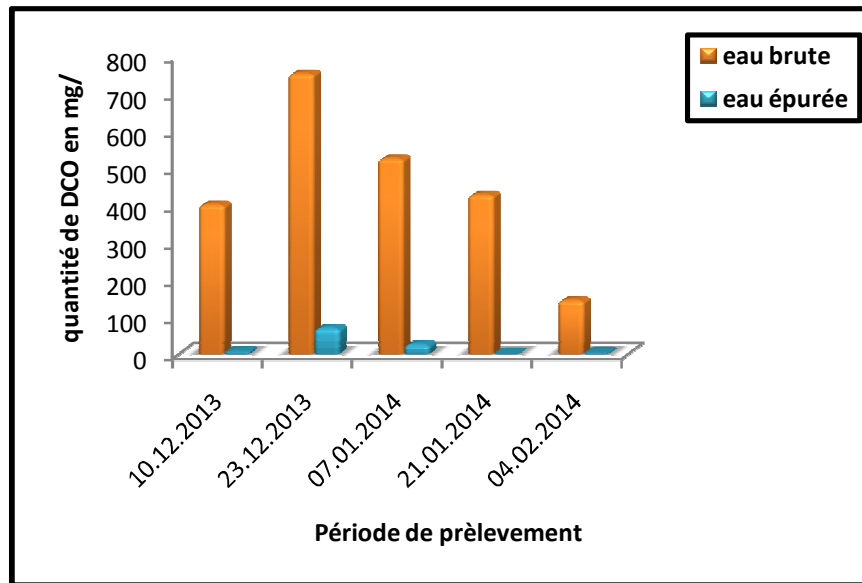


Figure IV.19: La demande chimique en oxygène (DCO) dans l'eau brute et épurées.

Le rejet de ces composés avec excès, dans le milieu récepteur, entraîne une chute oxygène dissous qui peut provoquer le phénomène d'eutrophisation.

On remarque que la concentration la plus élevés est enregistrée à l'entrée de la station (753 mg/l) alors que la concentration la plus basse constatée à la sortie (1mg/l) ce qui signifie que l'élimination de la pollution carbone est fortement efficace. Donc les valeurs moyenne enregistrée entre 450,2 mg/l et 21,6 mg/l montrent que bonne élimination. On remarque que les valeurs ne dépassent pas les normes de l'OMS (90 mg/l).

Ainsi les eaux usées de la STEP présentent une DCO élevée au niveau à l'entrée de la station, et celle-ci diminue considérablement, après le traitement, à la sortie de station.

IV.1.11.2. Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

La concentration organique des eaux usées, telle que mesurée par sa DBO₅ est un des plus importants critères utilisés dans la conception d'une installation de traitement des eaux usées afin de déterminer le degré de traitement nécessaire. La charge organique de l'installation de traitement est la DBO₅ des eaux usées qui y sont amenées pour déterminer l'efficacité du traitement et prévoir l'impact des effluent sur les eaux réceptrices, on effectue des tests de DBO₅ avant et après le traitement (**Gaujous, 1995**).

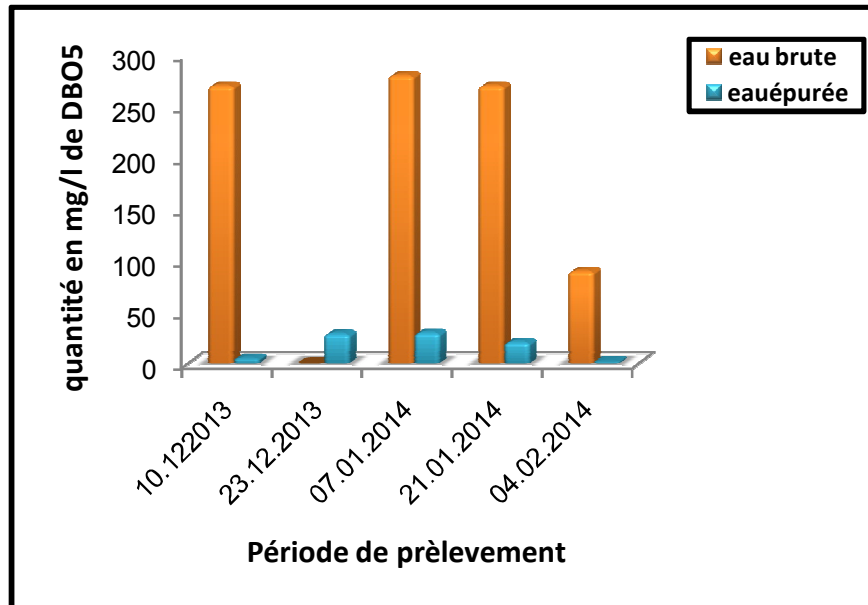


Figure IV.20: La demande biochimique en oxygène (DBO₅) dans l'eau brute et épurée

Les valeurs de la DBO₅ enregistrées au sein de la station d'épuration varient de 410 mg/l (entrée) à 2 mg/l (sortie). La moyenne enregistrée entre 264 mg/l pour l'eau brute et 17,4 mg/l pour l'eau épurée. les valeurs ne dépassent pas les normes de l'OMS (<30 mg/l).

La demande biochimique en oxygène exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau par les microorganismes du milieu.

La diminution de la DBO₅ s'explique probablement par le bon développement des micro-organismes favorisé par un temps de séjour suffisant dans le bassin d'aération d'une part et d'autre part à l'âge de boues et le type d'aération (prolonge ou discontinu)

Ces variations des concentrations en DBO₅ de l'eau brute s'explique par la nature des eaux résiduaires de la région.

La valeur minimale enregistrée au niveau de la sortie de la station d'épuration, indique que le traitement biologique effectué sur l'eau usée est très acceptable, surtout si on considère que la norme exige une DBO₅ < 25mg/l (**Djedi, 2007**).

IV.I.11.3. Rapport DCO/DBO₅

Tableau IV.7 : les résultats DCO/DBO₅ à l'entrée et la sortie des eaux.

Date	Quantité (mg/l)	DBO ₅ (mgO ₂ /l)	DCO (mg O ₂ /l)	DCO ₅ /DBO ₅
10.12.2013	Eau brute	270	401	1,48
	Eau épurée	5	7	1,4
23.12.2013	Eau brute	410	753	1,83
	Eau épurée	29	70	2,41
07.01.2014	Eau brute	280	525	1,8
	Eau épurée	30	26	0,86
12.01.2014	Eau brute	270	428	1,58
	Eau épurée	21	1	0,04
04.02.2014	Eau brute	90	144	1,6
	Eau épurée	2	4	2

Les résultats de cette tableau montre dans la figure suivant

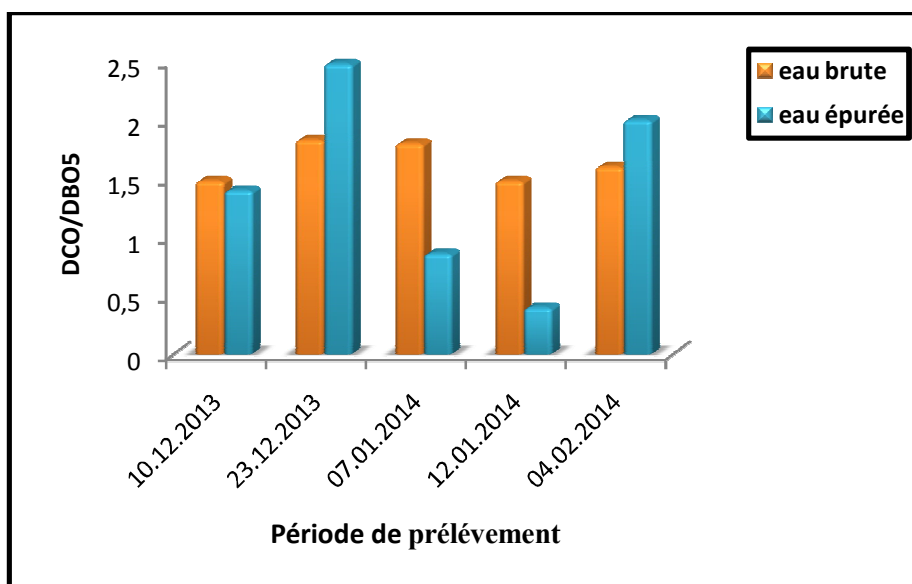


Figure IV.21: L'évolution de la DCO/DBO₅ des eaux brutes et eaux épurées

Le rapport DCO/DBO₅ donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique.

Les valeurs moyennes de ce rapport enregistrées au niveau de station de traitement sont comprises 1,65 pour eau brute et 1,34 pour les eaux épurée.

Selon **Rodier et al, (2009)** :

- DCO/DBO₅ < 3 effluent facilement biodégradable ;
- 3 < DCO/ DBO₅ < 5 effluent moyennement biodégradable ;
- DCO/DBO₅ > 5 effluent difficilement biodégradable, voire non biodégradables.

Globalement, les valeurs enregistrées dans cette étude sont inférieures à 3, ce qui confirme que les eaux usées reçues, au niveau de la STEP, sont facilement biodégradables.

IV.1.12. Les rendements d'élimination de la pollution dans la station

Le rendement de la STEP est calculé ci dessous :

$$R = \frac{\text{entrée} - \text{sortie}}{\text{entrée}} * 100(\%)$$

Tableau IV.8 : Résultats de rendement d'élimination des paramètres chimiques des eaux brute et épurée

Date	NO ²⁻	NO ³⁻	NH ₄ ⁺	Pt	PO ₄ ³⁻	DBO ₅	DCO	MES
10.12.2013	93,10	71,76	64,28	58,4	20	98,14	98,25	80.37
23.12.2013	96,5	60,3	4	65,50	33,33	92,92	90,70	82.86
07.01.2014	58,69	69,67	83,33	96,46	33,33	89,28	95,04	/
21.01.2014	77,94	76	50	91,70	20	92,22	99,76	98.87
04.02.2014	72,9	55,5	70	62,06	28,57	97,77	97,22	67.52
Moyenne	79,88	66,64	54,23	74,82	27,04	94,06	96,19	82.40

IV.1.12.1. Rendement d'élimination de la pollution azotée

IV.1.12.1.1. Rendement de Nitrite (NO²⁻)

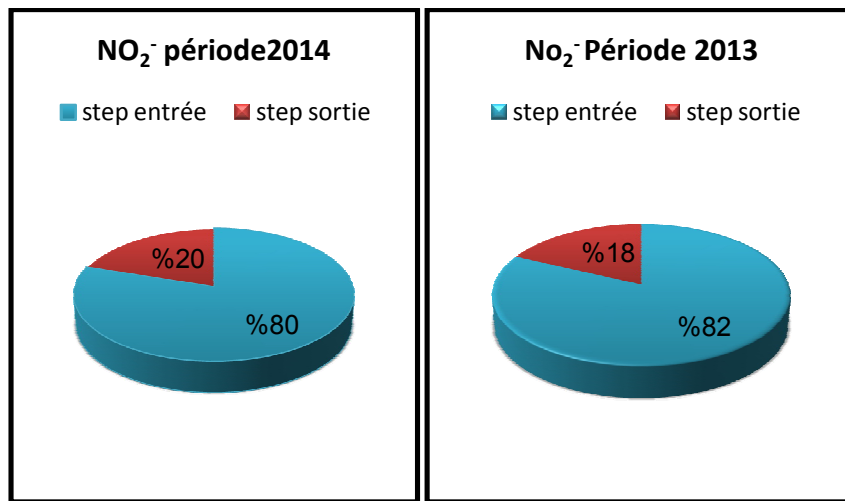


Figure IV.21: Rendement d'élimination du nitrite.

D'après la figure (IV.21) les résultats de cette année et les résultats analysés durant l'année précédente (2013), il y a une similitude entre eux (80% et 83%). On a remarqué une réduction du NO₂, ce qui s'explique probablement par son assimilation par les bactéries. Le phénomène de la nitrification et de la dénitrification se déroule dans le bassin d'aération mais avec une faible réduction. L'élimination des composés azotés dans une station d'épuration par boues activées en aération prolongée n'implique que les phases de nitrification et dénitrification.

IV.1.12.2. Rendement d'élimination de la pollution phosphorée

IV.1.12.2.1. Rendement de l'ortho-phosphate

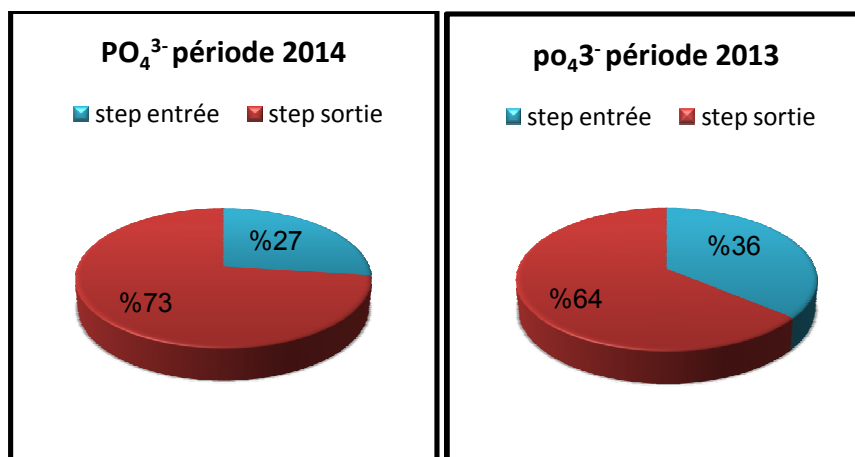


Figure IV.22: Rendement d'élimination de l'ortho-phosphate.

La figure (IV.22) montre que le rendement dans la STEP pendant notre étude et durant l'année précédente (2013), les résultats obtenus varient entre (27% et 35%). Ces rendements sont dus à une difficulté d'assimilation du phosphore par les bactéries et à la décantation au niveau de clarificateur. Le faible taux d'élimination des PO_4^{3-} peut être expliqué par le faible temps de séjour dans la zone anaérobie et par fois (rarement) par la présence des NO_3^- qui peuvent avoir une action inhibitrice sur le relargage de phosphore.

IV.1.12.3. Rendement d'élimination de la pollution organique

IV.1.12.3.1. Rendement de DBO_5

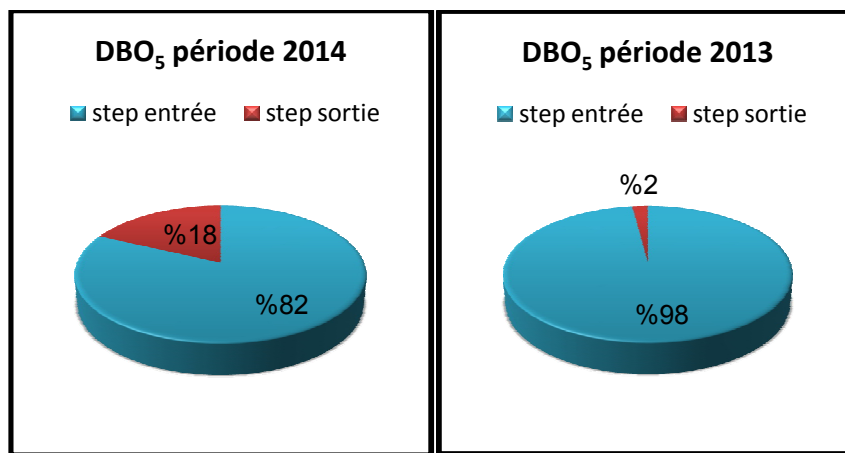


Figure IV.23: Rendement d'élimination de la DBO_5 .

D'après les résultats (IV.21) de cette année et les résultats analysés durant l'année précédente (2013), il y a une similitude entre eux (82% et 98%). On a remarqué une réduction du NO_2 , ce qui s'explique probablement par son assimilation par les bactéries. Le phénomène de la nitrification et de la dénitrification se déroule dans le bassin d'aération mais avec une faible réduction. L'élimination des composés azotés dans une station d'épuration par boues activées en aération prolongée n'implique que les phases de nitrification et dénitrification.

Le taux d'élimination de DBO_5 dépasse 90% ce qui signifie que on a une bonne élimination du DBO_5 .

IV.1.6.3.1. Rendement de DCO

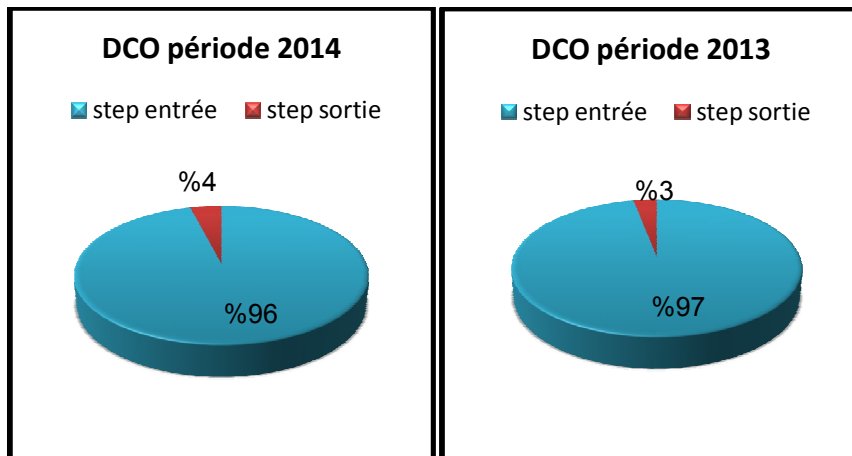


Figure IV.24: Rendement d'élimination de la DCO

D'après la figure (IV.24), les rendements d'épuration durant l'année et la précédente (2013) très satisfaisants avec des taux respectivement de 96% et 97% .cet abattement explique donc le bon développement des boues biologiques qui assure la dégradation de la matière organique ainsi que la fiabilité du clarificateur qui permet une décantation satisfaisante des boues activées.

IV.1.6.3.3. Rendement de MES

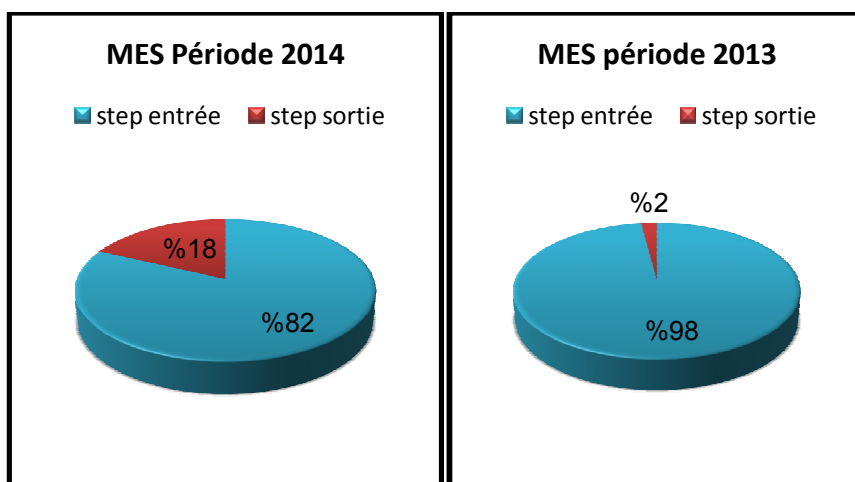


Figure IV.25: Rendement d'élimination de la MES.

Le taux d'élimination de la teneur des MES de la STEP durant la période (10.12.2013 à 09.03.2014 et durant l'année précédente (2013) après traitement est représenté par la figure n° (IV.25).

Il est respectivement de l'ordre 82% et 98%, ce qui est supérieur aux taux d'abattement trouvés par **Rejsek, (2002)** alors que pour la (23.03.2013 à 11.06.2013) considérant qu'un rendement épuratoire minimal d'un traitement efficace est de 90% par contre le taux de 82% ne dépasse pas ce rendement.

Conclusion

Conclusion générale

L'objectif de cette recherche est de donner un aperçu général sur les différents procédés de traitement des eaux usées au sein de la STEP de Sidi Merouane qui fonctionne à un régime de faible charge.

Les analyses physico-chimiques sont souvent utilisées pour étudier et vérifier l'état de santé d'un écosystème aquatique. Ainsi au cours de cette étude réalisée (depuis décembre 2013 jusqu'à mars 2014), les résultats montrent que les concentrations en éléments minéraux (nitrates, nitrites, ammonium, phosphates) sont souvent élevées, ce qui se traduit donc par une pollution chimique maximale. Alors que les différents paramètres analysés indiquent évidemment une pollution importante. Cette eau usée présente une température moyenne et un pH légèrement basique favorable à un traitement biologique. Elle se caractérise par une conductivité excessive, une DBO₅ élevée et une diminution en oxygène dissout.

Il est à signaler que les fortes teneurs en azote organique (nitrites et nitrates) augmentent par le processus de nitrification qui transforme l'azote ammoniacal (d'où sa diminution) en nitrates (d'où leur augmentation). Les valeurs d'ammoniaque trouvées sont incluses dans la gamme habituelle d'une eau destinée à être rejetée au barrage de Beni-Haroune.

La station permet de réduire considérablement le taux de ces éléments pour une bonne élimination presque totale de la demande chimique en oxygène (une élimination de 96.19%), de la demande biochimique en oxygène (une élimination de l'ordre de 94.06%), ainsi qu'une régularisation du pH (le pH est de l'ordre de 7.45 à la sortie de la station), des matières en suspension (une élimination de 82.4%).

Elle assure la réduction d'un taux qui reste faible par rapport aux normes respectives soit de 79.88 pour NO₂⁻, 66.64 NO₃⁻ mais pour l'orthophosphate (P-PO₄³⁻) il provoque durant le traitement biologique une diminution de 35% des teneurs en phosphates par rapport au (PT) à l'ordre de 65% de l'entrée à la sortie.

L'analyse des eaux résiduaires a donc un double but pour connaître:

- La teneur des différents types de polluants présents dans l'eau qui arrive à la station.
- Les qualités des eaux urbaines classiques permettent de déterminer la nature des traitements à mettre en œuvre pour atteindre l'objectif de rejet fixé.

- La qualité de l'eau qui, à la sortie, va être rejetée dans le milieu récepteur (une réglementation algérienne des rejets dans les stations d'épuration est mise en vigueur) de ce fait l'analyse des eaux résiduaires permet essentiellement de vérifier le respect de celle-ci.

Les recommandations jugées utiles après cette étude permettent de dire :

- Le développement et le renforcement d'une législation appropriée pour l'allocation de la filière de traitement de l'eau usée et les établissements industriels doivent traiter leurs déchets avant les déverser dans le milieu récepteur, et ce, par l'installation d'un système de prétraitement local.

- Une suggestion ainsi peut être faite et portera sur une étude approfondie de la valorisation des boues activées car à ce moment, la STEP génère des quantités énormes qui posent un sérieux problème durant leur stockage (les eaux de pluies s'infiltrent à l'intérieur et se chargent de composés minéraux et organiques) sans aucune mesure assurant leur innocuité à l'environnement.

Parmi les possibilités de valorisation des résidus il y a l'épandage et la combustion.

Cependant, la valorisation doit reposer sur une bonne gestion, qui elle-même demande les éléments suivants :

La prise en compte de l'utilité et de la valeur des ressources (rendement du produit).

- Il faut réaliser un état des lieux de la gestion des boues issues du traitement des eaux usées résiduelles en Algérie. Malgré le faible nombre de données collectées, ceci nous a permis tout d'abord d'avoir une vision sur la gestion des boues à l'échelle nationale.

- La plupart des boues produites sont destinées à la valorisation organique (épandage direct, compostage ou méthanisation), ayant répondu. En effet, le retour au sol des matières organiques reste une voie très intéressante d'un point de vue environnemental et économique.



*References
bibliographiques*

Référence bibliographiques

- 1- **AFAQ., 2010.** Étude départementale relative à la gestion des boues et des sous-produits de l'assainissement. Conseil général du Ministère. Direction de l'eau et de l'environnement. P23.
- 2- **Aitayane K, Soufia D., 2009.** Valorisation agricole et énergétique des boues issues de l'épuration des eaux usées de la ville de Marrakech. Assainissement liquide de Marrakech. Thèse de Magister. Univ Cadi Ayad. P59.
- 3- **Alain R., 2013.** Station d'épuration de l'eau usée. Institut Nationale de Recherche et de Sécurité. P 31.
- 4- **Amire S., 2005.** Contribution a la valorisation de boues de station d'épuration par compostage: devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse. P309.
- 5- **Antoine M., 2002.** Diffusion de micropolluants organiques sur le bassin de la seine par épandage de boues urbaines: comparaison avec les apports atmosphériques. École Pratique des hautes Etudes .Sciences de la Vie et de la Terre. PP6-p7.
- 6- **Attab S., 2011.** Amélioration de qualité microbiologique des eaux épurées par boues actives de la station d'épuration HOUD BERKAOUI par l'utilisation d'un filtre a sable locale. Thèse de Magister. Univ kasdi Merbah.P90.
- 7- **Beaumont A,Cassier P., 1998.** Travaux pratiques de biologie animale zoologie Embryologie Histologie. 3^{ème} Edition. Dunod .Paris. P123.
- 8- **Belahmadi M., 2011.** Etude de la biodégradation du 2,4- dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie, de la station d'épuration des eaux usées d'Ibn Ziad. Thèse de Magister. Univ Mentouri- Constantine. P83.
- 9- **Belaid N., 2010.** Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et phytoabsorption des éléments métalliques. Thèse de Doctorat. Univ de Limoges. P188.

- 10- Bertholon J., 2003.**La gestion durable des boues des stations d'épuration.Mémoire Académique. Univde Cergy- Pontoise,Département des sciences de la terre et de l'environnement.P19.
- 11- Bouallegue M., 2010.**Des métaux dans les boues de stations d'épuration?Conséquences, origines et prévention. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement. P17.
- 12- Bouchrit KH, Dafri F, Kadi K., 2009.**Caractérisation microbiologique et physico-chimique de l'eau durant un traitement au niveau de la STEP de la ville de Guelma.Univ de 08 mai 1945 de Guelma. P 57.
- 13-Bouni T., 1990.** Epuration logique sur lit bactérien des eaux usées. InstitutNational Organique 'El-Harrach.P200.
- 14- BoutinC, Héduit A, Michel J., 2009.**Technologie d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT). Convention de Partenariat ONEMA – Cemargref. Domaine: Ecotechnologies et Pollutions. P100.
- 15- Charchare N., 2009.**Contribution à l'étude de la pollution d'Oued Seybouse (Guelma) par les tensioactifs anioniques(L.A.S). Memoire de Magister Biologie. Univ 8Mai 1945 Guelma.P 101.
- 16- Chellé F, Dellale M,Dewachter M, Mapakou F, Vermeylen A., 2005.** L'avoir l'eau usée des Sciences La Ville. p 15.
- 17- Claude B, Robert P., 2001.**Chimie de l'environnement(air,eau,sol,déchet)[de boeck,Paris.P20.](#)
- 18- Conférence permanente des épandages (CPE),,2008.** Etude preamble à l'épandage des boues urbaines. Guides Méthodologies. Recyclage agricole des effluents organiques.[P51.](#)
- 19- Currenta., 2010.** Contrôle et surveillance, le secteur environnement de mène en permanence de vastes analyses pour garantir le respect les exigences complexe d'une élimination durable. Service pour l'industrie chimique.P7.

20- Daffri A., 2008.Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine. Thèse de Magistère, Univ Mentouri Constantine .département de biochimie et de microbiologie. P57

21- Dekhil W., 2012.Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectuée par la station d'épuration des eaux usées ONA.Master de chimie et microbiologie de l'eau. Université Mohamed El Bachir Elibrahimi Bordj Bou Arreridj. P71.

22- Deshayes M., 2008. Guide pour l'établissement des Plans d'Assurance de la Qualité dans le cadre de la réalisation des stations d'épuration de type boues activées en lots séparés.Mémoire de Projet de Fin d'Etudes. INSA Strasbourg. P78.

23- Djeddi H. 2007. Utilisation des eaux usées d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Thèse de magistère en écologie et environnement. Université de Constantine. 144p.

24- ÉDrechsel P, Scott CA, Raxhid-Sally L, Redwood M , Bahri A., 2011. L'irrigation avec des eaux usées et la santé, Évaluer et atténuer les risques dans les pays à faible revenu. Edition. Presses de l'université de Québec. P429.

25- Eckenfelder W.W., 1982. Gestion des eaux usées urbaines et industrielles.

Ed. Lavoisier. Paris.P1.

26- Eddabre R., 2011. Evaluation de la contamination bactériologique des eaux usées des stations d'épuration du grand Agadir: Isolement, caractérisation moléculaire et Antibioresistance des espèces du genre vibrio . Thèse de doctorat. Université Ibn-Zohr. Spécialité Microbiologie. p93.

27- ElHaite H. 2010. Traitement des eaux usées par les réservoirs opérationnels et réutilisation pour l'irrigation.Thèse de doctorat en Sciences et Génie de l'Environnement, Ecole National Supérieure des Mines de Saint-Etienne. 214p.

28- EUROMED., 2009. Identification et élimination des Goulets dans le cadre de l'irrigation ou autre usage. P29.

- 29- FAO., 2003.**L'irrigation avec des eaux usées traitées. Manuel d'Utilisation. Organisation de la Nation Unie pour l'alimentation et l'agriculture ,Bureau Régional pour le Proche- Orient et Sous – Régional pour l'Afrique du Nord. P68.
- 30- Gaujous., 1995.** La pollution de milieu aquatique, 2ème Edition, Tec &Doc – Lavoisier. P16.
- 31- Ghachi A., 1986.** Hydrologie et utilisation des ressources en Algérie (le Bassin de la Seybouse) .O.P.U. Alger.P136.
- 32- Gray J S, Mcintyre A D, Stern J., 1992.**Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique, FAO Document Technique sur les Pêches, N°324, Rome. P53.
- 33- Guy M, Coordonnateur., 1982.** L'épuration et le traitement des effluents Eau- Air. Technique et Document (Lavoisier), Rue Lavoisier- F75384Paris Cedex 08.P8.
- 34- Hartani T., 2004.** La réutilisation des eaux usées en irrigation: cas de la Mitidja en AlgérieProjet INCO-WADEMED, Actes du Séminaire, Modernisation de l'Agriculture Irriguée. Rabat, du 19 au 23 avril 2004
- 35- Houha H, Halessi I., 2013.**Etude comparative entre deux stations de traitement des eaux usées : cas de STEP Guelma et de Khenchla. Mémoire Master Académique en Ecologie. Université Abbes Laghror- Khenchla. P93.
- 36- Institut Nationale de la Recherche et Sécurité (INRS),,2013.**Station d'épuration des eaux usées, risque biologique .p31.
- 37- Journal Officiel de la République Algérienne N° 60.2005.** Loi n° 05/12 du 04.P18.
- 38- Kadouche S., 2013.** Utilisation des biomatériaux dans le traitement des eaux. Thèse de doctorat, Univ Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou .Spécialité Chimie. p17.
- 39- Karoune S., 2008.**Effets des boues résiduairees sur le développement des semis du chêne-liège (Quercus suber L).Memoire de Magistère. Univ Mentouri Constantine.P198.
- 40- Khoubache I, Laouar N., 2006.**Etude de la pollution organique dans les eaux de l'Oued Kébir (WJijel).Mémoire Ingéniorat d'état en EcologieVégétale et Environnement. Fac des Sciences, Univ Jijel. P23.

41- Koller E., 2009.Traitement des pollutions industrielles: Eau. Air. Sols. Boues. 2^{ème}

Edition. Dunor. P 271.

42- Lacroix S., 2008. Etude des mécanismes physiologiques et moléculaires de la filamentation de *sphaerotilusnatans*, bactérie modèle du foisonnement invasif en boues activées. Thèse de doctorat. Spécialité mise en œuvre de fonctions biologiques. P303.

43- Madoui F, Sahroui M., 2011.Effet de l'impacte des caractères physico- chimique sur la communauté algale des cours d'eaux de la région d'oued Athmenia. Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement .Univ de Constantine.P87.

44- Mazzuoli L S., 2009.La pollution de l'aire intérieure sources. Effets sanitaires. Ventilation. Edition Dunod, Paris.P89-124.

45- Mebarki A, Benabbas C., 2008. Aménagement intégré des eaux du Kébir-Rhumel (Algérie Orientale) : le système Beni-Haroun. Communication au « Colloque International Terre et Eau 2008. Université Badji Mokhtar d'Annaba Algérie, 17-19 Novembre 2008

46- Mekhalif F., 2009. Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement.Mémoire de Magister.Univ 20 Août 1955 Skikda.P139.

47- Melloul Z, Badri A., 2013. Contrôle de l'épuration de eaux uses domestiques dans un chenal d'oxydation, STEPE de Sidi Merouane(W Mila).Mémoire Master. Univ Constantine 3.p80.

48- Metahri M., 2012. Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat.Univ Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Fac des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. P 148.

49- Moletta R, Torigos M., 1999. Traitement des effluents de la filière laitière. Docteur de Recherche au Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (INRA). Norbome. P21.

50- Normandie.,2005.Eau-les rejets industrielle et leur caractéristiques. CCI Environnement & Sécurité - Module Correspondant Environnement. P3.

- 51- Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), 2009.** Technologie d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées (REUT). Convention de Partenariat ONEMA- Cemagref. P100.
- 52- Office Nationale de l'Assainissement (ONA), 2008.** Traitement des eaux résiduaires des centres de Mila, Grarem Gouga et Sidi Merouane en vue de la protection des eaux Barrage Beni Haroune. P29.
- 53- Office Nationale de l'Assainissement., 2009.** Notice d'analyses laboratoire STEP Sidi Merouane W de Mila. P16.
- 54- Office Nationale de l'assainissement., 2012.** Système de management environnemental. P43.
- 55- Office Nationale de l'Assainissement., 2005.** Technique de justification processus équipement. P 107.
- 56- Office Nationale de l'Eaux et des Milieux Aquatiques(ONEMA), 2009.** Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT). Cemagref. P16.
- 57- Ouali S., 2001.** Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. OP U, Alger, pp156.
- 58- Pandolfi D., 2006.** Caractérisation morphologique et physiologique de la biomasse des boues activées par analyse d'image. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine. P135.
- 59- Pison C., 2000.** Impacte de l'épandage agricole des boues résiduaires urbaines sur la qualité des productions céréalières en particulière en particulier sur l'aspect des éléments traces métalliques. Mémoire d'Ingénieur du Génie Sanitaires. l'Ecole de la Santé Publique .p46.
- 60- Pronoste P, Deplat L, Malrieu J, Berland J., 2002.** Station d'épuration ; disposition constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation. Office International de l'Eau CNFME / SNIDE. P86.
- 61- Raissi O., 2011.** L'épandage agricole des boues des stations d'épuration des eaux usées urbaines. Ingénieur en Chef et chef de Services des Etudes. P37.

- 62- Ramad F., (2005).** Elément d'écologie 6^{ème} Edition Dunod, Paris. p 301.
- 63- Ramade F., 2000.** Dictionnaire Encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience International.Paris. P651-689.
- 64- Raven P.H, Berg. L.R, ZAHN H., (2009).** Environnement. 6^{ème} Edition Américaine, P 563- 575.
- 65- Rejsek F., 2002.** Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. P360.
- 66- Rémi B et Sylvie L., 2000.** Jeux et enjeux autour de la réglementation des épandages, une analyse socio-économique. (Dossier de l'environnement de l'INRA N°25).P148.
- 67- RODIER J.,1996.** L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer. P8.
- 68- Rodier J., 2005.** Analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eaux de mer. 8^{ème} Ed Dunod.P5-60.
- 69- Rodier J, Lejube B, Nicole M., 2009.** L'analyse de l'eau. 9^{ème} Edition. Dunod. Paris. P154
- 70- Roula S., 200.** Caractérisation physico-chimiques et valorisation des boues résiduaires urbaines pour la confection de substrat de culture en pépinière hors-sol. Thèse de Magister Univ Colonel E LHadj Lakdar batna. Département d'agronomie. P84.
- 71- Roy de Lachaise A., 2004.** Diffusion de micropolluant organique sur le Bassin de la Sein par épandage de boues urbaines : Comparaison avec les apports atmosphériques. Diplôme de l'Ecole Pratique des haute Etudes, Laboratoire Géomorphologie et Environnement de Littorale .P16.
- 72- Smuel P., 1976.** L'homme et son environnement. Paris. P146.
- 73- Système de Management Environnemental(SME), 2012.** Manuel environnemental. P28.
- 74- Tamrabet L., 2011.** Contribution à l'étude de la valorisation des eaux usées en maraichage. Thèse de Doctorat en Sciences. Univ Hadj Lakhdar –Batna. P17

75- Vandermeersch S., 2006. Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes. Univ libre de Bruxelles. P57.

Annexe

Annexe 1 :

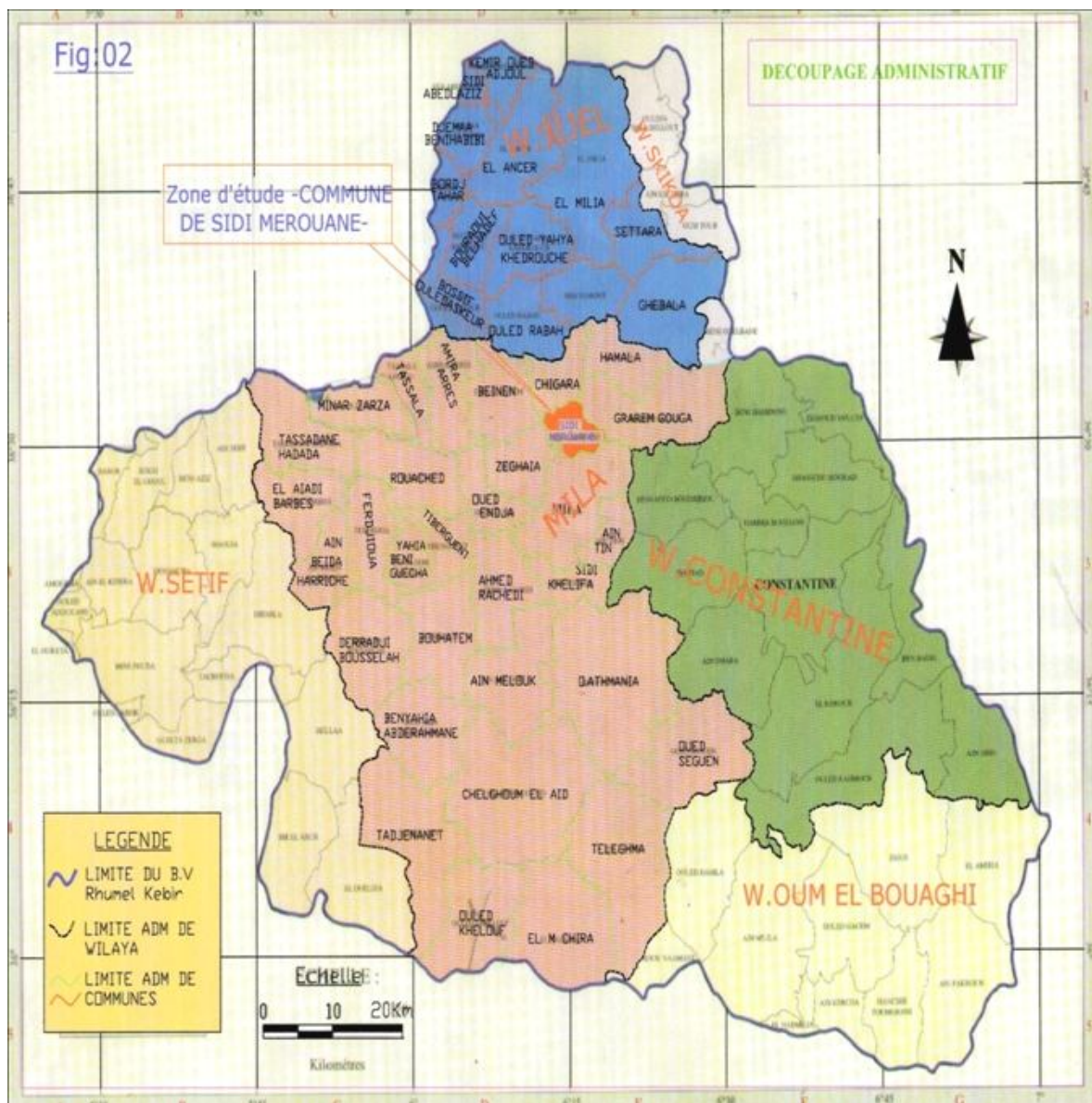


Figure1: Localisation de la STEP de Sidi Merouane.

Annexe 2 :**Tableau 1 : Analyse des eaux**

Paramètre	Fréquence d'analyses
pH	Plusieurs fois par jours.
Température (°C)	Plusieurs fois par jours.
DBO ₅ (mg/l) d'o	Journalier
DCO (mg/l) d'o	Journalier
MES (mg/l)	Journalier
PT	Journalier
Conductivité	Plusieurs fois par jours
Oxygène dissous	Plusieurs fois par jours
N _G mg/l	Journalier
Matière décantable mg/l	Journalier

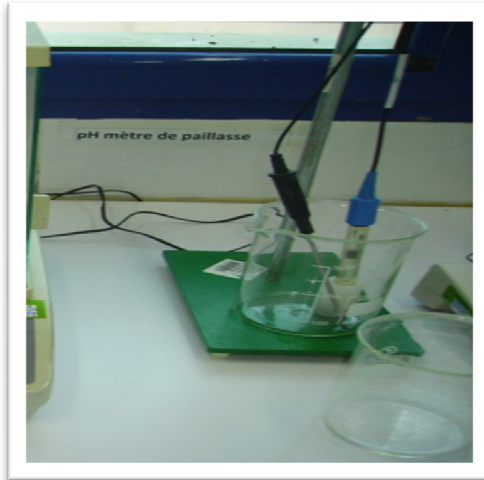
Tableau 2: Normes de rejet de l'OMS appliquée en Algérie

Les paramètres	Les normes
T° (°C)	30
pH	6,5- 8,5
O ₂ (mg/l)	5
DBO ₅ (mg/l)	30
DCO (mg/l)	90
MES (mg/l)	30
Zinc (mg/l)	2
Azote (mg/l)	50
Phosphate mg/l	2

Tableau 3: L'évolution de l'Indice de Mohlman.

Indice de Mohlamm		
Date en jour	Fil 1	Fil 2
31.12.2014	45,17	49,9
7.01.2014	30,21	44,44
15.01.2014	37,36	51,36
21.01.2014	31,57	57,32
28.01.2014	38,21	51,38
4.02.2014	34,23	42,75
12.02.2014	26,77	45,07
26.02.2014	38,42	50
9.03.2014	36,45	51,13

Annexe 3:



Conductimètre PH mètre



Centrifugeuse Des éprouvettes



Dessiccateur Etuve

Annexe 4:

La réglementation algérienne sur les eaux usées

La réglementation algérienne est assez succincte concernant la réutilisation des eaux usées épurées. Les textes de la loi n° 05/12 du 04 Août 2005 relative à l'eau

Art. 2- Les objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion et au développement durable des ressources en eau visent à assurer :

-la préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers la collecte et l'épuration des EU domestiques et industrielles ainsi que des eaux pluviales et de ruissellement dans les zones urbaines.

Art. 4- les eaux usées épurées et utilisées dans un but d'utilité publique font partie du domaine public hydraulique naturel.

Art. 46- Sont interdits :

Art. 52- Les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées sont fixées par voie réglementaire en prenant en compte notamment les critères relatifs aux agglomérations, aux possibilités d'utilisation des eaux épurées, aux risques de contamination et de pollution.

Art. 77- Sont soumises au régime de la concession d'utilisation des ressources en eau, les opérations portant sur la réalisation d'infrastructures destinées à l'utilisation d'eaux usées épurées pour des usages agricoles individuels ou collectifs ou pour des usages industriels.

Art. 82- Les cahiers de charges portant sur la concession d'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation de certaines cultures ou l'arrosage d'espaces vert doit tenir compte des mesures préventives liées aux risques sanitaires et aux impacts sur l'environnement.

Art. 93- Des aides et soutiens de toute nature peuvent être accordés aux personnes physiques ou morales, de droit public ou privé, qui initient et mettent en œuvre des opérations portant notamment sur l'utilisation des eaux usées épurées en vue de valoriser les eaux traitées.

Art.97- la collecte, l'évacuation et l'épuration des eaux usées ainsi que le traitement des boues résultant de l'épuration en vue de leur élimination finale. Ainsi que le traitement des boues résultant de l'épuration.

Art. 130- L'utilisation des eaux usées brutes pour l'irrigation est interdite (**Journal officiel de la république Algérienne n° 60**).

Résumé

Résumé

L'évaluation des eaux usées traitée par la station d'épuration de Sidi Merouane à travers des analyses de différents paramètres physico-chimiques est faite avant leur rejet au Barrage de Beni Haroun.

L'étude est effectuée sur un volume important à forte charge en MES et de DCO élevée, marquant ainsi une pollution importante de l'eau brute. Nos mesures ont noté une température basse ; un pH légèrement basique et un oxygène dissout élevé favorables au traitement biologique, une conductivité excessive, une DBO₅ élevée et de fortes teneurs en azote organique ont été également enregistrés.

Après traitement la température et le pH n'ont pratiquement pas varié mais par contre une diminution de la conductivité électrique et de l'oxygène dissout ont été notées. Les paramètres relatifs à la pollution organique (matières en suspension, et demande biochimique en oxygène) ont diminué de façon considérable au point où elles ne causent pas de pollution organique. La diminution des teneurs en phosphates est induite par sa métabolisation bactérienne pendant le traitement biologique.

Mots clés: Station d'épuration, Sidi Merouane, Evaluation, Paramètres physico-chimique, Eaux usées.

Summary

The assessment of wastewater treated by the sewage station of Sidi Merouane through analyzes of different physico-chemical parameters is made prior to discharge to the Beni Haroun Dam.

The study is carried out on an important high load of suspended solids and DCO high volume, marking a significant pollution of raw water. Our measurements have noted a low temperature; a slightly basic pH and high dissolved oxygen favorable biological treatment, excessive conductivity, high DBO₅ and high levels of organic nitrogen were also recorded.

After the treatment temperature and the pH remained virtually unchanged but against a decrease in electrical conductivity and dissolved oxygen were noted. Parameters related to organic pollution (suspended solids and biochemical oxygen demand) decreased significantly to the point where they do not cause organic pollution. Lower levels of phosphates are induced by the bacterial metabolism for biological treatment.

Keywords: Sewage Treatment Plant, Sidi Merouane, Evaluation, physico-chemical parameters, Sewage.

ملخص

تقييم مياه الصرف الصحي المعالجة من قبل محطة الصرف الصحي بسيدي مروان تم من خلال تحليلات مختلفة من العوامل الفيزيائية والكيميائية قبل صرفها إلى سد بني هارون .

حيث تم قياس كمية كبيرة من MES و DCO والتي تشكل التلوث في الماء الخام. كما سجلت T منخفضة و ph تقريبا مستقرة و O_2 عالي ملائم للمعالجة البيولوجية و CE معتبرة ومستويات عالية من النيتروجين العضوي الفوسفات بعد المعالجة درجة الحرارة ودرجة الحموضة لا تختلف إلى حد كبير ولكن مقابل انخفاض في التوصيل الكهربائي أما بالنسبة للخصائص المتعلقة بالتلوث العضوي (المواد الصلبة العالقة والأكسجين الحيوي الممتص) فقد انخفضت بشكل ملحوظ التي تشكل التلوث في الماء الخام

الكلمات المفتاحية: محطة معالجة مياه الصرف ,سيدي مروان,تقييم ,العوامل الفيزيائية والكيميائية ,المياه القدرة.

Nom : Amira

Prénom : Lamia

Date de soutenance

Chebbah

Rana

05-06-2014

Thème

Evaluation des paramètres physico-chimiques des eaux usées dans la station d'épuration de sidi Merouane (W-MILA)

Résumé

L'évaluation des eaux usées traitée par la station d'épuration de sidi Merouane à travers des analyses de différents paramètres physico-chimiques est faite avant leur rejet au Barrage de Beni Haroun.

L'étude est effectuée sur un volume important à forte charges en MES et de DCO élevée, marquant ainsi une pollution importante de l'eau brute. Nos mesures ont noté une température basse ; un pH légèrement basique et un oxygène dissout élevé favorables au traitement biologique, une conductivité excessive, une DBO₅ élevée et de fortes teneurs en azote organique ont été également enregistrés.

Après traitement la température et le pH n'ont pratiquement pas varié mais par contre une diminution de la conductivité électrique et de l'oxygène dissout ont été notées. Les paramètres relatifs à la pollution organique (matières en suspension, et demande biochimique en oxygène) ont diminué de façon considérable au point où elles ne causent pas de pollution organique. La diminution des teneurs en phosphates est induite par sa métabolisation bactérienne pendant le traitement biologique.

Année universitaire : 2013/2014